



PIANO ATTUATIVO PA31
VIA DI STIETA IN COMUNE DI FUCECCHIO (FI)

Richiedente: EUROSPIN TERRENICA S.p.A. ed altri

RELAZIONE TECNICA IDRAULICA

Maggio 2021

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO.....	2
3. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
4. RICOSTRUZIONE DEL BATTENTE DI TRANSITO ALL'INTERNO DEL LOTTO INTERESSATO DA PIANO ATTUATIVO PA31.....	9
4.1. Fasi dello studio.....	10
4.2. Ricostruzione DTM per area oggetto di indagine.....	10
4.3. Dati di input del modello idraulico.....	14
4.4. Perimetrazione aree allagabili.....	15
5. VERIFICA DEL RISPETTO DELLE DISPOSIZIONI RELATIVE ALLA FATTIBILITA' IDRAULICA DELLE OPERE IN PROGETTO.....	21
6. VALUTAZIONI IN MERITO ALLA SALVAGUARDIA DEI SUOLI – ART.198 COMMI 11 E 14 DELLE NTA.....	21
6.1. Calcolo delle portate/volumi prodotte allo stato attuale.....	22
6.2. Calcolo delle portate/volumi prodotte allo stato di progetto.....	22
6.3. Volumi da stoccare temporaneamente.....	22
7. INTERVENTI COMPENSATIVI PER RIDUZIONE PERMEABILITA' DEI SUOLI.....	23
7.1. Dimensionamento della bocca tarata di scarico.....	24
8. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLA CONDOTTA FOGNARIA PRINCIPALE.....	24
9. CONCLUSIONI.....	25

1. PREMESSA

La presente relazione idraulica è stata redatta su incarico di EUROSPIN TIRRENICA S.p.A. a supporto del piano attuativo PA 31 in Via di Stieta in Comune di Fucecchio (FI).

Il piano attuativo prevede la realizzazione di un insediamento commerciale con relativa area a parcheggio e aree a verde.

2. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

Nella seguente figura 1 è riportata su base CTR in scala 1:10'000 l'area oggetto di intervento.

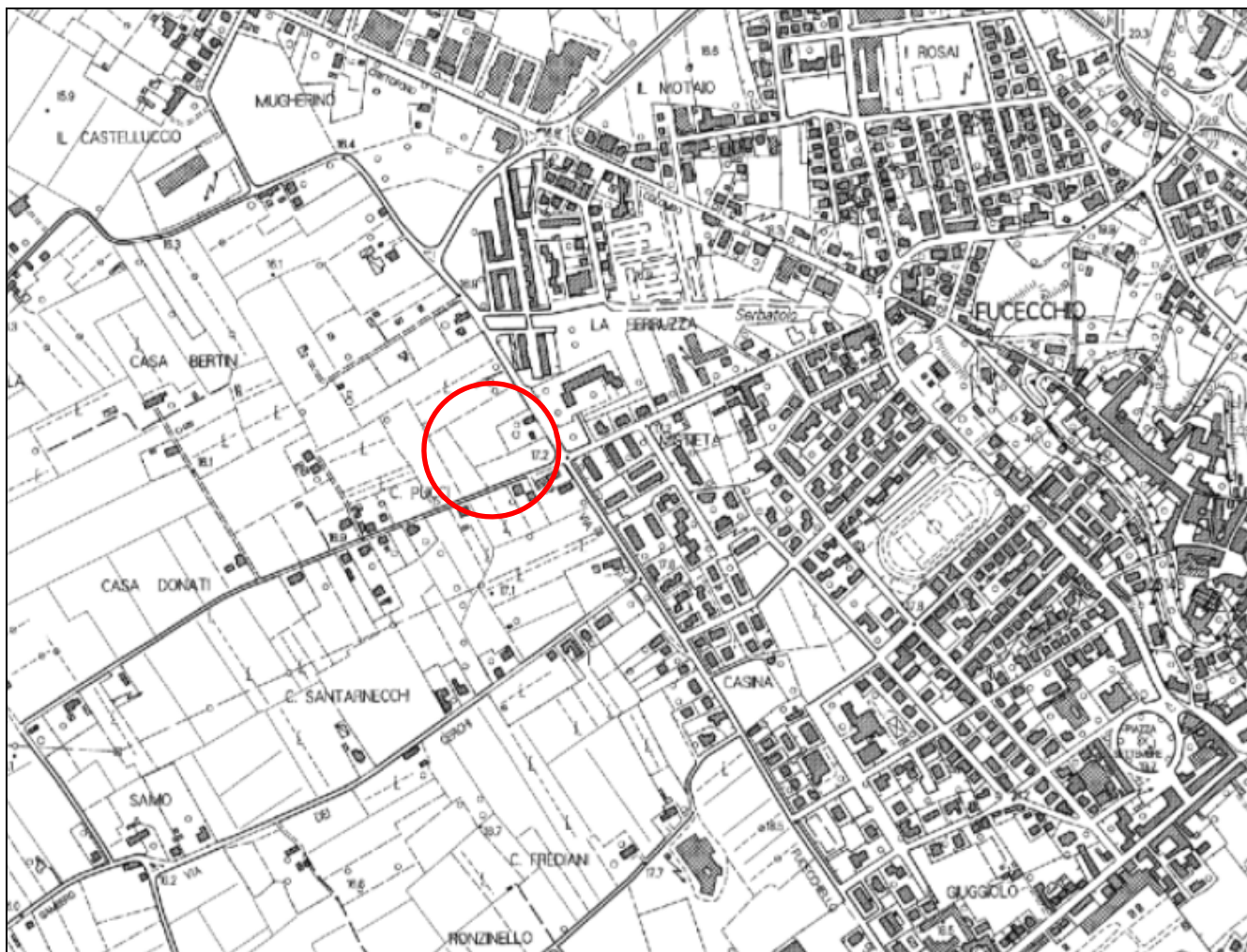


FIG. 1 – INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO SU BASE CTR (IMMAGINE FUORI SCALA)

Nella seguente figura 2 è riportato un estratto planimetrico della tavola B.2 18 del progetto del Regolamento Urbanistico vigente (seconda variante al RU), su cui è riportata l'indicazione dell'area destinata a Piano Attuativo PA31.

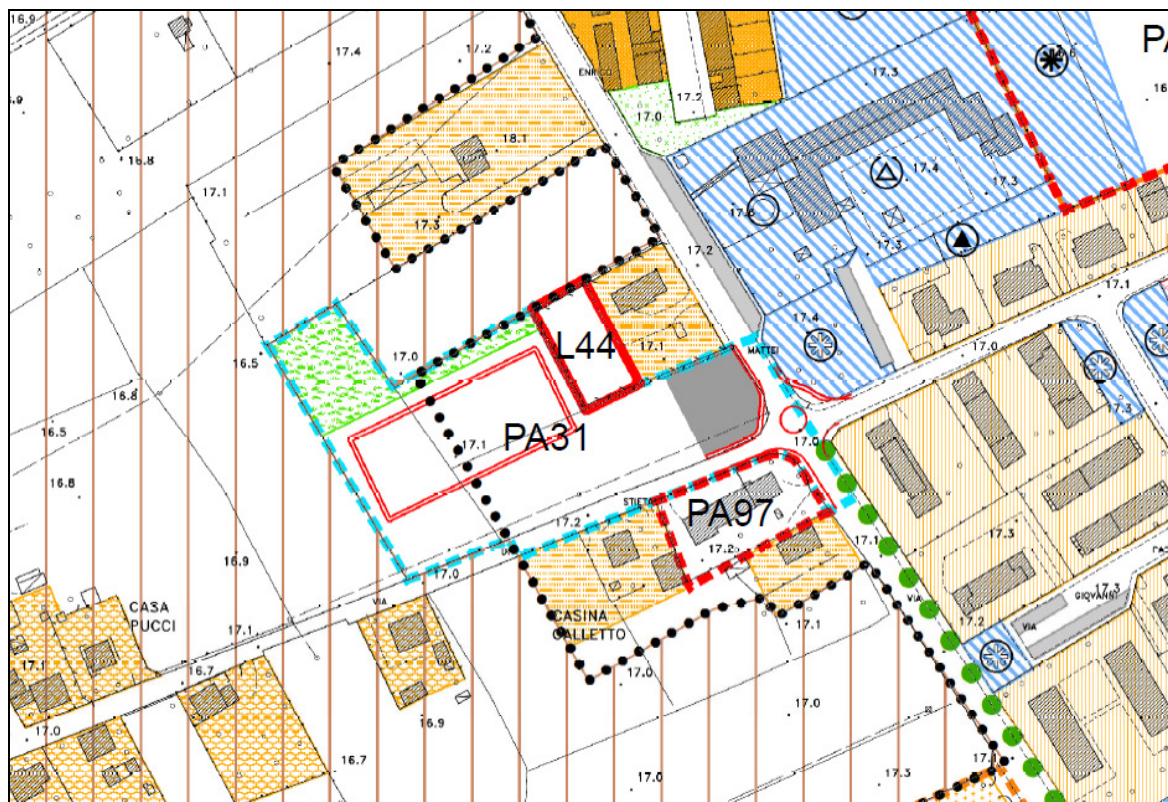


FIG. 2 – ESTRATTO DA TAV.B.2 18 DEL REGOLAMENTO URBANISTICO VIGENTE (IMMAGINE FUORI SCALA)

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

Le norme per gli aspetti idraulici vigenti sono di seguito elencate:

- ✓ Regolamento 30/01/2020 n.5/R;
- ✓ Seconda Variante al Regolamento Urbanistico del Comune di Fucecchio;
- ✓ Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno;
- ✓ L.R 79/12 e s.m.i.;
- ✓ Legge Regionale 41/18 e s.m.i..

Regolamento 30/01/2020 n.5/R

Trattandosi di un piano attuativo, il progetto è soggetto al deposito delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche presso il Genio Civile Valdarno Superiore.

Regolamento Urbanistico del Comune di Fucecchio

Gli aspetti di carattere idraulico relativi all'area oggetto di intervento sono sintetizzati nella "Nota esplicativa delle modifiche effettuate alla relazione geologico-tecnica, elaborato C1 della II Variante al RU per alcuni errori materiali".

Di seguito sono riportate le condizioni di fattibilità estratte dalla nota suddetta per l'area PA31.

Fattibilità idraulica condizionata F3

L'area è ricompresa interamente nella classe I3.

Gli interventi previsti, dovranno essere realizzati in condizioni di sicurezza ad una quota non inferiore a 16,78 m s.l.m., valore comprensivo di 50 cm di franco sul livello due centennale (Cella di riferimento VI_009; Tr200 16,28 m s.l.m.). Le quote altimetriche dell'area allo stato attuale, sono comprese tra 16,70 e 17,00 m

s.l.m., a cavallo della quota di riferimento per la sicurezza idraulica di 16,78 m s.l.m., valore comprensivo di 50 cm di franco sul livello duecentennale statico previsto per la suddetta cella.

L'area è tuttavia fragile dal punto di vista idraulico essendo interessata dal transito delle acque in uscita dal Fiume Arno per episodi di esondazione con Tr pari a 200 anni. In fase di progettazione degli interventi dovrà quindi essere valutata l'interferenza tra quanto in progetto e la dinamica delle acque di transito, al fine di porre in sicurezza gli interventi previsti, senza determinare aggravati di pericolosità nelle aree al contorno.

Limitazioni derivanti dalla L.R. 41/2018

Per la tipologia degli interventi da porre in opera per la messa in sicurezza di quanto in progetto, ai sensi della L.R. 41/2018, si fa presente che:

- l'area è fragile per il transito delle acque di esondazione del Fiume Arno in occasione di alluvioni poco frequenti ($30 < Tr < 200$ anni);
- negli studi idraulici di supporto al RU, redatti antecedentemente alla L.R. 41/2018, non sono determinate né le altezze delle acque di transito, né le velocità di esondazione;
- in tali condizioni, assumendo un battente delle acque di transito superiore a 30 cm, la magnitudo idraulica dell'area è da considerarsi da severa a molto severa. Nel caso di interferenze tra quanto in progetto e quanto disposto dalla L.R.41/2018 relativamente agli interventi fattibili all'interno delle zone a magnitudo severa e molto severa, potranno essere eseguiti approfondimenti idraulici in sede di progettazione, al fine di definire il battente delle acque di transito e la loro velocità, dettagliando di conseguenza la magnitudo.

In riferimento a quanto sopra, si segnala che i dati idraulici relativi al battente per la cella in cui si trova l'area oggetto di studio indicati nella nota correttiva di cui sopra (vedi Cella di riferimento VI_009; Tr_{200} 16,28 m s.l.m.) derivano dallo studio idraulico approvato nell'ambito del Regolamento Urbanistico dell'anno 2015 (vedi Delibera C.C. n.22 del 14/05/2015). Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei livelli nelle celle di calcolo dello studio di cui sopra estratta dell'Elaborato C.4 Relazione idrologica-idraulica.

Involuppo dei massimi valori dei livelli (m s.l.m.)			
Codice CELLA	H200	H100	H30
<i>Battenti ottenuti sulla base degli idrogrammi di sfioro dall'Arno - SIMI 2004</i>			
Vm_Bart	21.19	20.44	vuota
Bart_Eg	20.36	19.95	vuota
<i>Modello canale Usciana, rio di Fucecchio, torrente Vincio e sfiori da Arno</i>			
VI_005_b	23.82	23.61	22.97
VI_003_a	23.81	23.61	vuota
VI_003_b	23.82	23.61	vuota
VI_005_a	23.81	23.61	vuota
VI_007	17.32	17.13	vuota
VI_009	16.28	16.11	14.11
VI_015_1	18.85	18.74	vuota
VI_017_1	16.13	15.81	14.41
VI_017_2	16.11	15.78	15.51
VI_021_1	16.2	15.99	vuota
VI_021_2	16.2	15.99	vuota
VI_021_3	17.43	vuota	vuota
VI_021_4	16.2	15.99	14.68
VI_021_5	16.2	15.99	14.68
VI_025	vuota	vuota	vuota
VI_027_1	16.11	15.78	15.5
VI_027_2	16.13	15.81	15.25
VI_027_3	16.18	15.83	vuota
<i>Modello rio di Vallebuia</i>			
Va_DX_16-9	18.38	18.34	18.29
Va_DX_9-6	17.47	17.12	vuota
Va_SX_16-9	19.11	18.98	18.78
Va_SX_9-6	19.11	18.91	18.16

TABELLA 1 – ESTRATTO INVILUPPO LIVELLI DA ELABORATO C.4 ALLEGATO AL REGOLAMENTO URBANISTICO ANNO 2015

In base a quanto risulta dalla Seconda Variante al Regolamento Urbanistico, è necessario redigere uno studio idraulico di approfondimento finalizzato a ricostruire nel dettaglio i battenti di transito all'interno del lotto per effetto delle acque fuoriuscite per eventi con Tr 200 anni dal Fiume Arno che "entrano" nella cella VI_009, all'interno della quale è collocato il terreno interessato da PA31.

Le condizioni di fattibilità dell'intervento, che deriveranno dai risultati dello studio suddetto, dovranno rispettare quanto prescritto nella nota suddetta, che è stata poi ripresa all'interno dell'art.198 del NTA del RU.

Inoltre, si dovrà tenere conto di quanto disposto dal comma 11 dell'art.198, "la realizzazione di vaste superfici impermeabilizzate deve essere subordinata agli esiti di uno studio idrologico-idraulico di dettaglio che definisca gli interventi necessari per neutralizzare gli effetti derivanti dall'aumento della velocità di corrivazione delle acque nel corpo ricettore, da mitigarsi attraverso cisterne o invasi di prima pioggia. Nella progettazione delle superfici coperte, dovranno essere preferite le soluzioni che permettano la riduzione della velocità dell'acqua. Le reti fognarie per le acque bianche, devono essere progettate per favorire il massimo invaso di acqua, ottenibile attraverso ampie dimensioni, ridotta profondità e bassa pendenza" e dal comma 14 "le acque raccolte dai pluviali delle coperture devono, quando tecnicamente possibile, essere convogliate in aree permeabili. Qualora ciò non fosse possibile potranno essere immesse nella pubblica fognatura o nel reticolo idraulico minore, prevedendo a monte sistemi di laminazione del picco di piena, valutato per eventi con tempo di ritorno ventennale (Tr20) di durata oraria (1h).

Ne consegue pertanto che è necessario prevedere degli interventi “compensativi” finalizzati a neutralizzare gli effetti sul reticolo recettore dovuti alla riduzione dei tempi di corrivazione e all’incremento delle portate a seguito della riduzione di permeabilità dei suoli generata dall’intervento in progetto.

Piano Gestione Rischio Alluvioni

In riferimento al PGRA, risulta che l'area in oggetto ricade in area a pericolosità idraulica P2 (pericolosità media, ossia allagabile per eventi con tempo di ritorno pari a 200 anni), così come riportato nell' estratto di figura 3.

In base a quanto indicato nella Disciplina di Piano del PGRA, gli interventi ricadenti in aree a pericolosità da alluvione media (P2) sono soggetti alle norme di cui all'art.9 comma 1 e agli indirizzi per gli strumenti di governo del territorio di cui all'art.10.

Di seguito riporta un estratto dell’art.9 comma 1:

Art.9 comma 1. Nelle aree P2, per le finalità di cui all’art. 1 sono da consentire gli interventi che possano essere realizzati in condizioni di gestione del rischio idraulico, con riferimento agli obiettivi di cui all’art. 1 comma 4, fatto salvo quanto previsto ai commi seguenti del presente articolo (che non riguardano peraltro il caso oggetto di studio) e al successivo art.10 (di riferimento per la pianificazione urbanistica).

L’art.9 della Disciplina di Piano del PGRA sopra riportato non pone particolari prescrizioni, salvo dimostrare che detto intervento viene realizzato in condizioni di gestione del rischio idraulico, così come definito all'art.5 (vedi sotto).

Gestione del rischio idraulico: per gestione del rischio idraulico si intendono le azioni volte a mitigare i danni conseguenti a fenomeni alluvionali. La gestione può essere attuata attraverso interventi tesi a ridurre la pericolosità e interventi tesi a ridurre la vulnerabilità degli elementi a rischio anche mediante azioni di difesa locale e piani di gestione dell’opera collegati alla pianificazione di protezione civile comunale e sovracomunale, rispettando le condizioni di funzionalità idraulica; in altri termini la gestione del rischio si attua attraverso azioni volte ad abbattere in maniera significativa gli effetti negativi - rispetto ad un evento di riferimento che può anche variare in funzione delle caratteristiche del corso d’acqua considerato - in particolare su vita umana, insediamenti ed attività, beni ambientali e culturali. Agli effetti del PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone di norma si considera come evento di riferimento quello connesso con un tempo di ritorno uguale a 200 anni. La gestione del rischio può essere perseguita, qualora ve ne siano i presupposti e le condizioni giuridiche, anche attraverso azioni tali da ripartire eventuali effetti negativi su aree in cui, a parità di pericolosità, si ha presenza di elementi a rischio di minor valore.

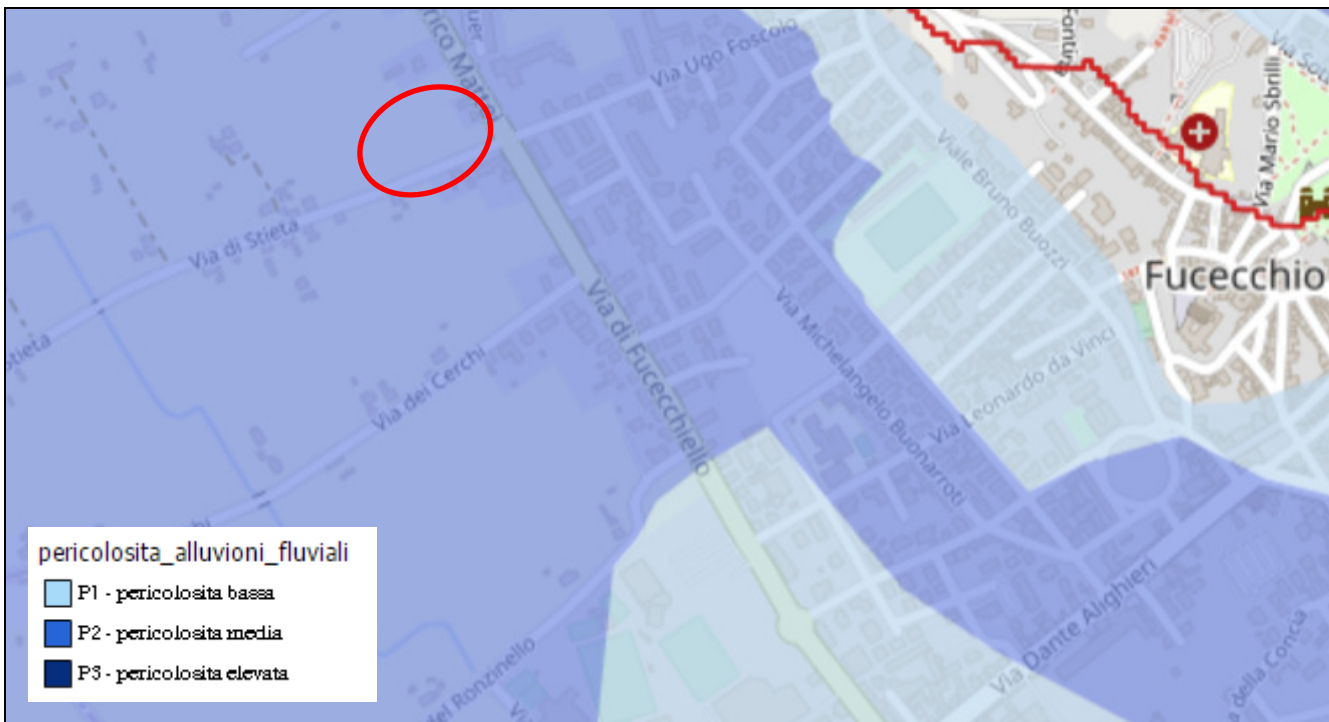


FIG. 3 – ESTRATTO CARTOGRAFIA PGRA (IMMAGINE FUORI SCALA)

Per quanto riguarda il livello idrometrico raggiunto per Tr 200 anni nell’area oggetto di indagine, il PGRA non indica i dati di battente e rimanda a “dati da richiedere a Comune/R.T.” (vedi estratto della carta dei battenti di figura 4).



FIG. 4 – ESTRATTO CARTOGRAFIA PGRA CON INDICAZIONE LIVELLO IDROMETRICO TR 200 ANNI (IMMAGINE FUORI SCALA)

L.R. 79/12

L'area oggetto di piano attuativo PA31 non è interessata dalla presenza di corsi d'acqua inseriti all'interno del reticolo idrografico della L.R. 79/12 aggiornato con DCR 25/2020 (vedi estratto di figura 5).

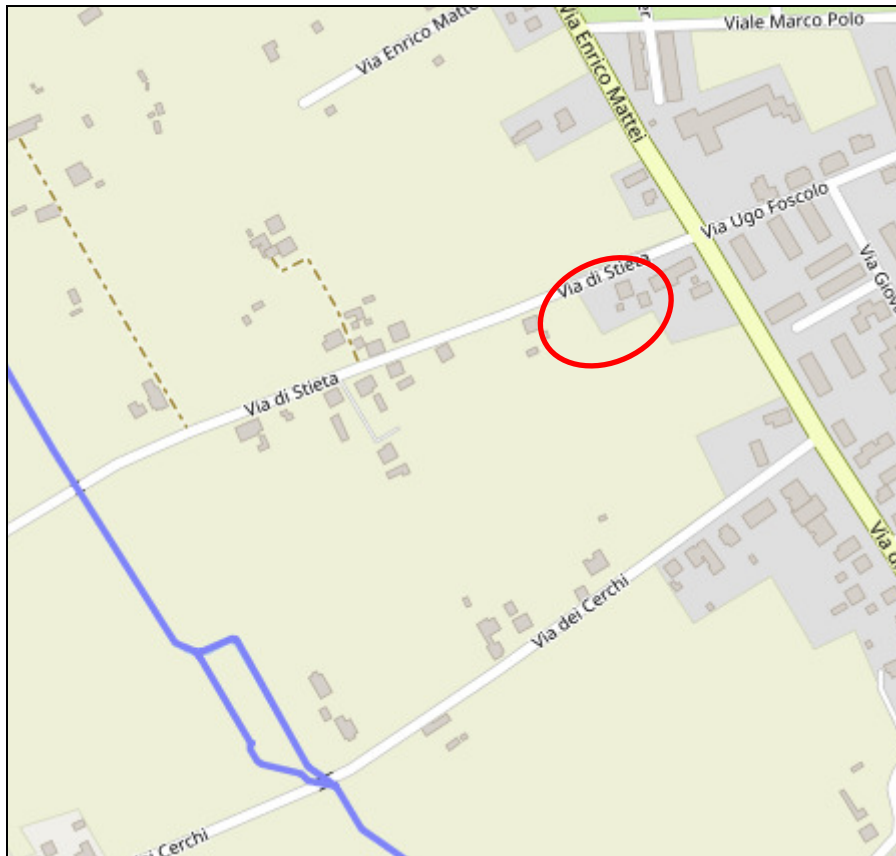


FIG. 5 – ESTRATTO CARTOGRAFIA RETICOLO IDRAULICO L.R. 79/12 AGGIORNATO CON DCR 28/2020 (IMMAGINE FUORI SCALA)

L.R. 41/18 E S.M.I.

L'intervento in progetto è soggetto alle disposizioni della L.R.41/18 e s.m.i.. In base a quanto indicato all'art.11 comma 2, trattandosi di un intervento di nuova costruzione ricadente in aree soggette ad alluvioni poco frequenti, questo è subordinato alla realizzazione di almeno una delle opere di cui all'art.8 comma 1 lettere a), b) o c).

Per quanto concerne le aree a parcheggio, vige quanto disposto all'art.13 comma 4 lettera b).

Quadro riassuntivo delle prescrizioni di carattere idraulico da rispettare

Sulla base delle normative sopra elencate e in considerazione di:

- non definizione del battente di transito che per eventi con Tr 200 anni può andare a interessare il lotto oggetto di intervento;
- geometrie attuali così come risultano dai rilievi topografici appositamente eseguiti e altimetricamente georeferenziati al DTM derivante da LIDAR;
- tipologie di interventi da realizzare;

risulta che:

A. è necessario ricostruire il battente di transito all'interno del lotto per effetto di esondazioni lungo l'argine destro del Fiume Arno, partendo dai dati forniti dall'Autorità di Distretto Appennino Settentrionale

e inoltre:

- B. il nuovo fabbricato dovrà essere progettato nel rispetto dell'art.11 comma 2 della L.R. 41/18 e s.m.i. e nello specifico realizzando le opere di cui all'art.8 comma 1 lettera c), ossia "opere di sopraelevazione, senza aggravio delle condizioni di rischio in altre aree";
- C. il nuovo parcheggio privato dovrà rispettare quantomeno le condizioni di cui all'art.13 comma 4 lett. b);
- D. gli interventi nel loro complesso dovranno garantire il non aggravio del rischio in altre aree ai sensi dell'art.8 comma 2 lettera a);
- E. si dovranno prevedere gli interventi di compensazione idraulica finalizzati a recuperare i volumi prodotti in surplus per effetto della variazione della permeabilità dei suoli, in modo da non aggravare il carico idraulico sul reticolo scolante esistente ai sensi dell'art.198 comma 11 delle NTA del Regolamento Urbanistico vigente.

4. RICOSTRUZIONE DEL BATTENTE DI TRANSITO ALL'INTERNO DEL LOTTO INTERESSATO DA PIANO ATTUATIVO PA31

Per determinare il battente di transito nel lotto di interesse, che ricade all'interno della cella VI_009 del modello della ex Autorità di Bacino del Fiume Arno, in base al quale sono state ricostruite le carte della pericolosità idraulica del vigente PGRA, è stata fatta richiesta dallo scrivente (vedi PEC del 12/05/2020) all'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale dei dati relativi alle portate/volumi in ingresso e uscita dalla cella VI_009 per gli eventi Tr 200 più gravosi e del perimetro della cella stessa. In data 08/06/2020 sono pervenuti tramite PEC (vedi protocollo di partenza n.4266/2020) i seguenti dati:

- Shapefiles dell'Area di Potenziale Esondazione (APE) denominata VI-009, contenente gli involuipi dei principali dati idrometrici nei diversi tempi di ritorno, nonché le caratteristiche geometriche per la ricostruzione della curva di invaso;
- Shapefiles degli sfioratori (o connessioni) dell'APE VI-009 con le altre APE e/o sezioni del fiume Arno direttamente connesse a tale area. Gli shapefiles contengono i principali dati idrometrici connessi con tali sfioratori, nonché le loro caratteristiche geometriche;
- Fogli di calcolo contenenti l'andamento dei battenti idrometrici nell'APE VI-009 per TR200, per durate di pioggia di 18, 24 e 36 ore;
- Fogli di calcolo contenenti i volumi esondati (espressi in mc/h) da o verso le l'APE VI-009 per TR200 per durate di pioggia di 18, 24 e 36 ore.

I dati sono stati utilizzati per ricostruire mediante il software Hec-Ras 5.0.7 il modello geometrico-idraulico bidimensionale con schema di moto vario relativo alla cella VI_009.

4.1. Fasi dello studio

Lo studio è stato condotto con le seguenti modalità:

- acquisizione dei dati del modello di calcolo forniti dall’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Settentrionale per la cella VI_009;
- ricostruzione del DTM della porzione di territorio relativo alla cella VI_009 in cui ricade il lotto interessato da PA31 a partire dai dati del rilievo LIDAR con riferimento allo stato attuale e a quello di progetto per il lotto in esame (derivante dalle modifiche apportate per la presenza del nuovo fabbricato, dei parcheggi e delle opere di compensazione idraulica);
- inserimento degli idrogrammi di input per gli scenari di calcolo (Tr 200 anni e durate di pioggia di 18, 24 e 36 ore) in corrispondenza delle “connessioni” laterali della cella VI_009 (nel modello bi-dimensionale inserite come condizioni al contorno “BC lines”) da cui “entrano” le acque di esondazione provenienti dalle tracimazioni lungo l’argine destro del Fiume Arno;
- esecuzione di simulazioni con schema di calcolo bi-dimensionale per i tre scenari di calcolo con software Hec-Ras versione 5.0.7 e perimetrazione delle aree allagabili a campagna con ricostruzione del massimo battente di transito che interessa l’area destinata a PA31.

4.2. Ricostruzione DTM per area oggetto di indagine

Per distribuire le portate in ingresso all’area di studio, è stato ricostruito il DTM sulla base dei punti quota che risultano dal rilievo LIDAR ricavato dal volo dell’anno 2008. Ai fini del modello idraulico è stata estratta dal DTM la porzione di territorio posta all’interno della cella VI_009 in cui è situata l’area oggetto di approfondimento (vedi seguente figura 6). Tale area di studio è stata suddivisa in celle di calcolo con lato medio pari a 10 m. Nel modello sono state inserite n. 4 “BC lines”: le n. 1, 2 e 3 sono le “BC lines” da cui entrano nella cella VI_009 le portate/volumi indicati dall’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Settentrionale, mentre la “BC line” n. 4 è quella da cui fuoriescono. Per quest’ultima “BC line”, è stata assegnata la pendenza del piano campagna (pari a circa 0.1%) come condizione al contorno.

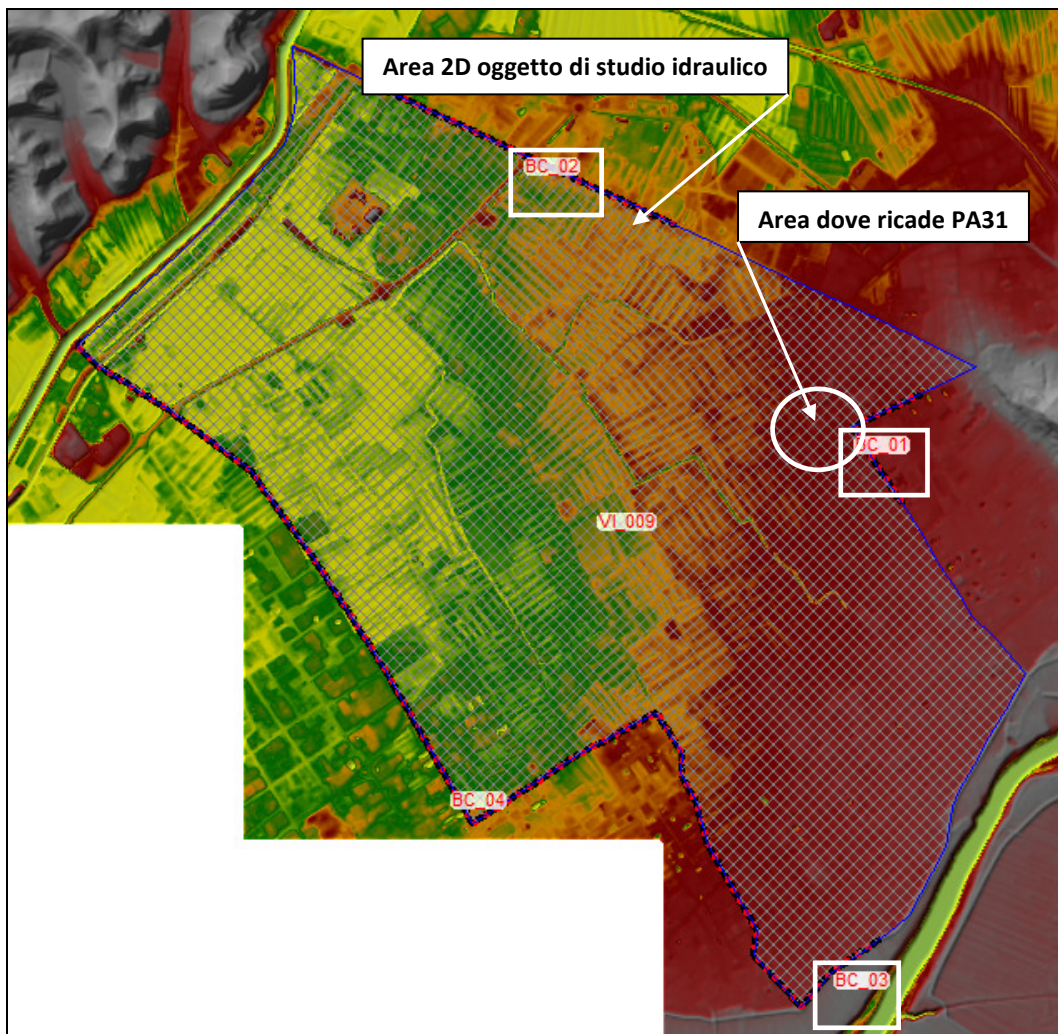


FIG. 6 – AREA OGGETTO DI MODELLAZIONE (CELLA VI_009) SU BASE DTM DA LIDAR (IMMAGINE FUORI SCALA)

Nella seguente figura 7 è riportato un estratto di dettaglio del DTM da LIDAR con indicato il perimetro dell'area oggetto di piano attuativo. Analizzando le quote del DTM da LIDAR rispetto a quelle del rilievo topografico di riferimento per la progettazione del piano e facendo un confronto tra "punti certi", ossia che non possono essere significativamente stati modificati in quota dal 2008 (anno del volo) a oggi, in particolare lungo la sede stradale di Via Fucecchiello e Via di Stieta, risulta che il rilievo topografico è traslato rigidamente di +30 cm rispetto ai punti LIDAR. Il lotto che è stato rilevato essere mediamente a quota 17.0 m s.l.m., dai dati LIDAR risulta essere posizionato mediamente a quota 16.70 m s.l.m.. È stato successivamente creato un DTM di progetto modificando suddetto DTM (stato attuale) con l'inserimento del nuovo fabbricato (che dovrà essere in condizioni di sicurezza idraulica), dei parcheggi e della vasca di compensazione da realizzare nell'area a verde prevista sul lato nord-ovest. In base a quanto sopra riportato, dovendo eseguire le simulazioni con riferimento alle quote LIDAR, le quote dello stato di progetto sono state traslate di -30 cm per renderle altimetricamente congruenti con il DTM LIDAR. Nella seguente figura 8 è riportato un estratto di dettaglio del DTM da LIDAR, per lo stato di progetto, con indicato il perimetro dell'area oggetto di piano attuativo.

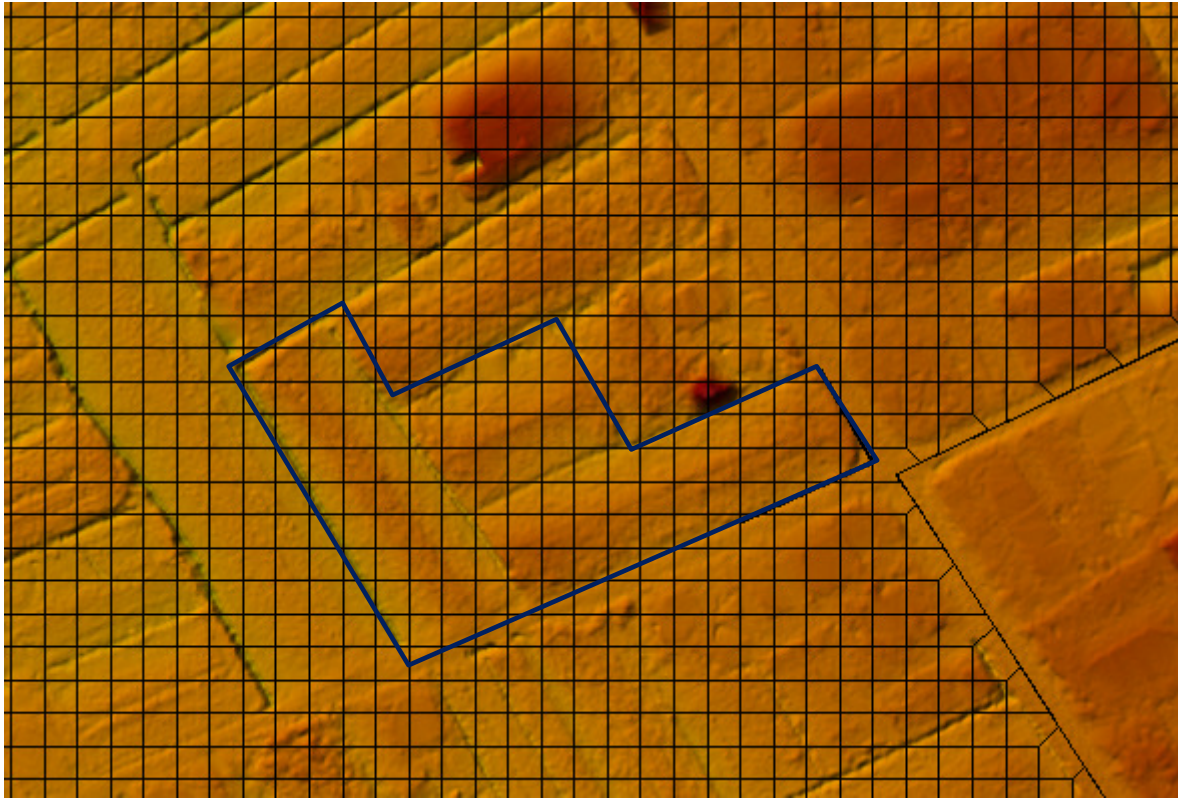


FIG. 7 – AREA DESTINATA A PA31 SU BASE DTM DA LIDAR (IMMAGINE FUORI SCALA)

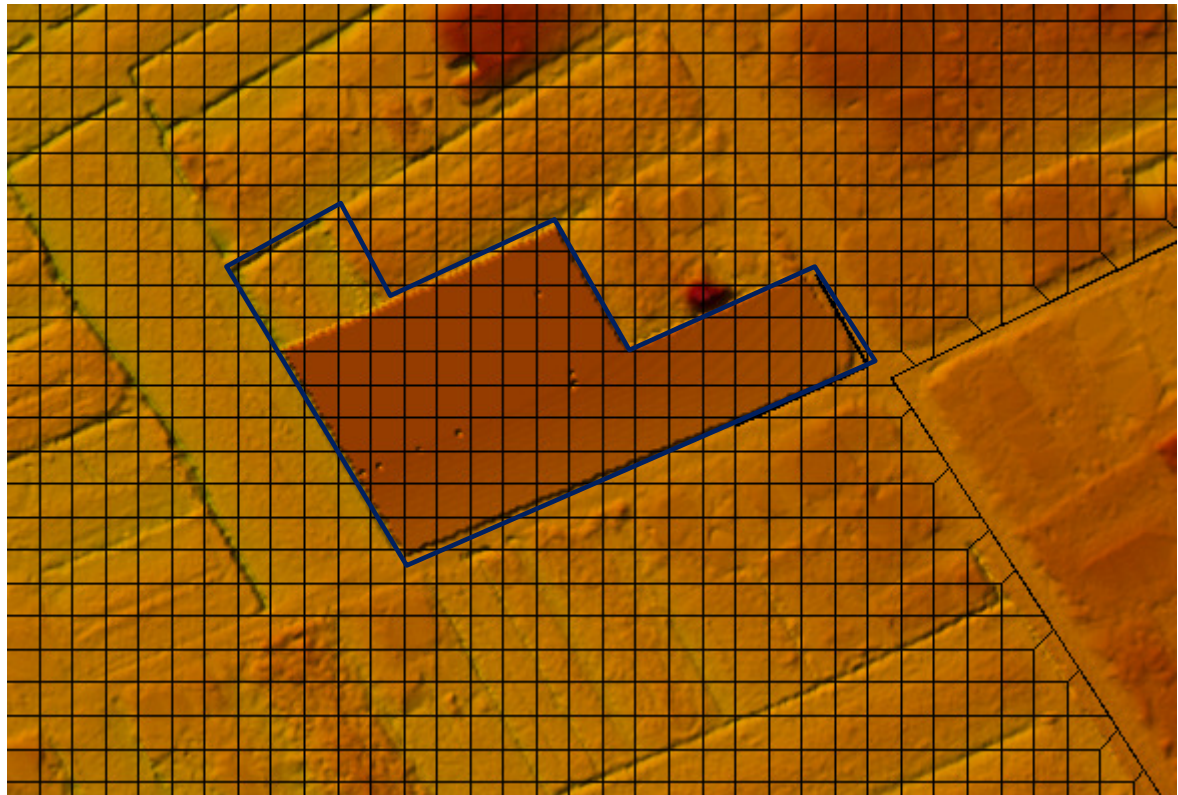


FIG. 8 – AREA DESTINATA A PA31 SU BASE DTM DA LIDAR MODIFICATA CON GEOMETRIE DI PROGETTO (IMMAGINE FUORI SCALA)

Per quanto concerne la resistenza al moto delle aree a campagna all'interno della cella VI_009, in analogia agli studi già svolti dallo scrivente a supporto degli strumenti urbanistici, sono stati assegnati i seguenti valori in base alle vari tipologie di destinazione (fabbricati, resedi e strade, campi/aree a verde). Si precisa che è stato assegnato un valore molto alto ai fabbricati in modo da schematizzare l'elevata resistenza al moto che questi presentano. Le varie tipologie di superfici presenti sono state ricostruite in base alle ortofotocarte.

Tipologia superficie	Coefficiente di Manning ($m^{-1/3}s$)
Fabbricati	10
Strade/Resedi di fabbricati	0.02
Campi/Aree a verde	0.06

4.3. Dati di input del modello idraulico

Nelle seguenti figure 9, 10 e 11 sono riportati gli idrogrammi delle portate in ingresso alla cella VI_009 attraverso le tre “BC lines” (n. 1, 2, 3) per i tre scenari analizzati (Tr 200 anni e durate 18, 24 e 36 ore).

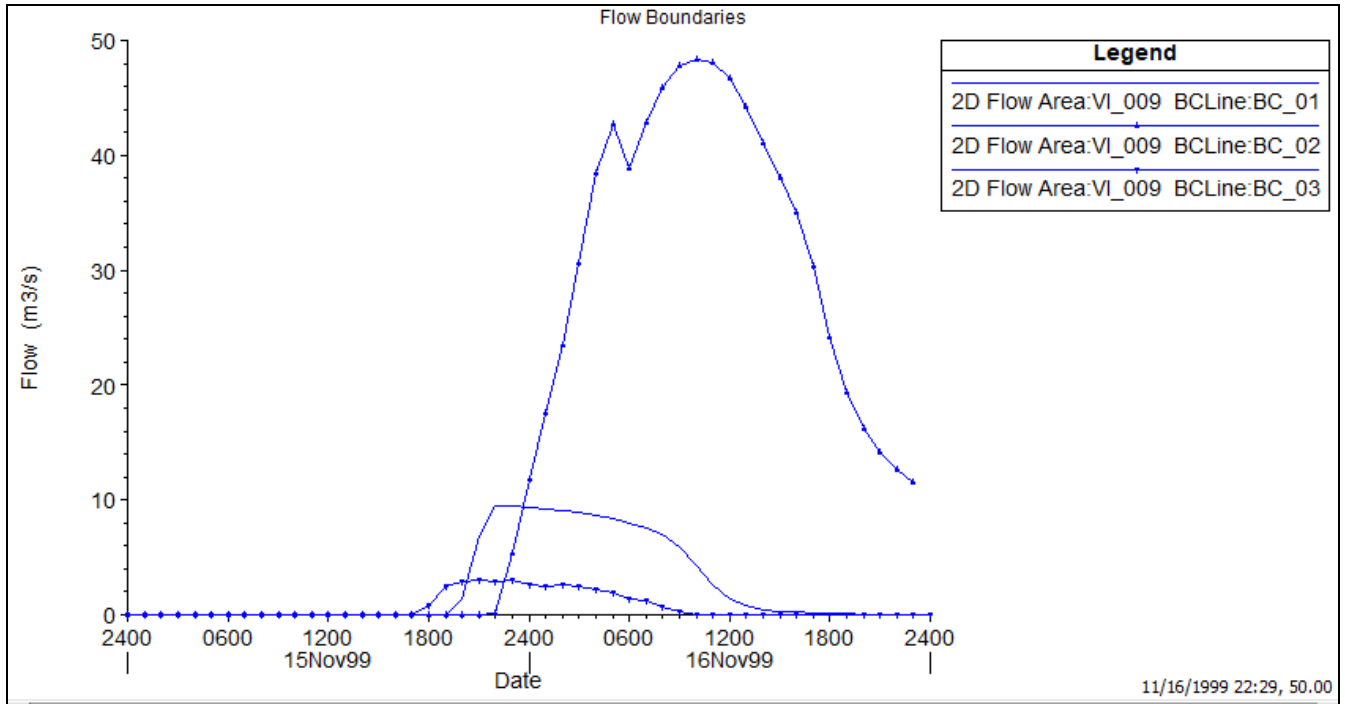


FIG. 9 – IDROGRAMMI DI INPUT PER TR 200 ANNI E DURATA 18 ORE

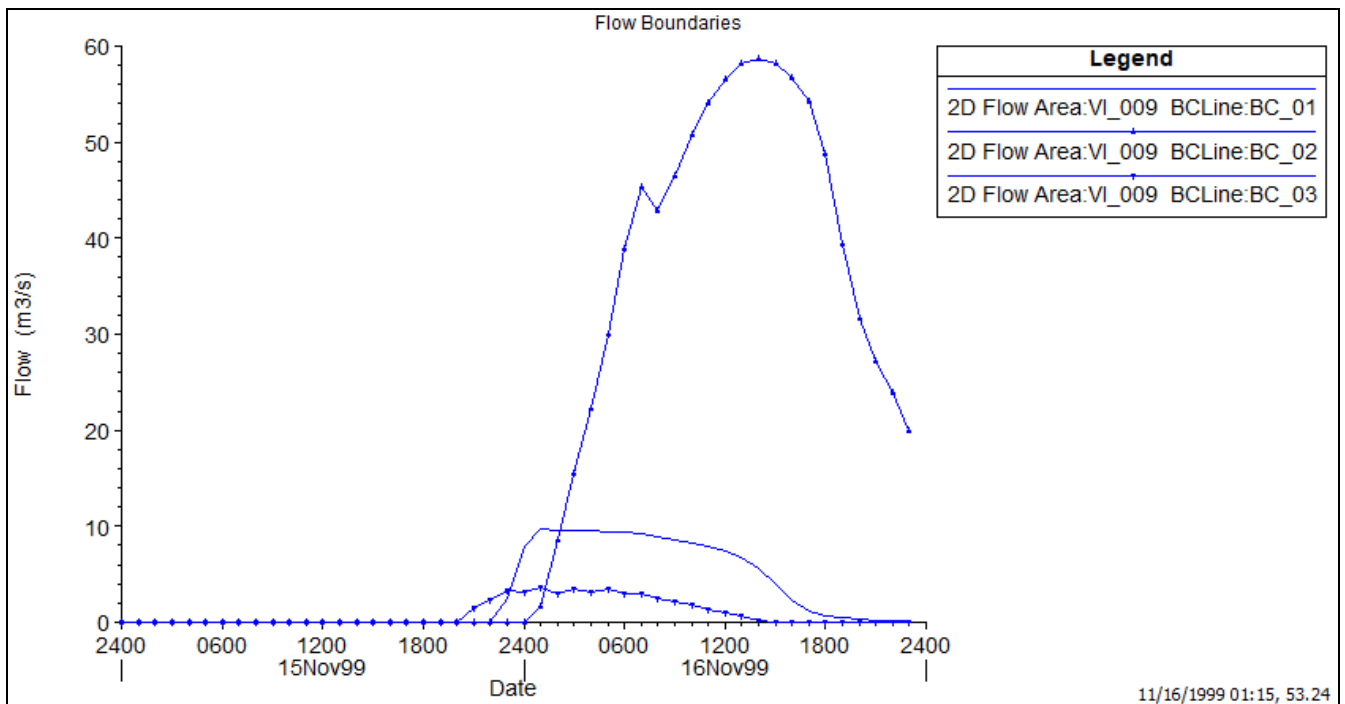


FIG. 10 – IDROGRAMMI DI INPUT PER TR 200 ANNI E DURATA 24 ORE

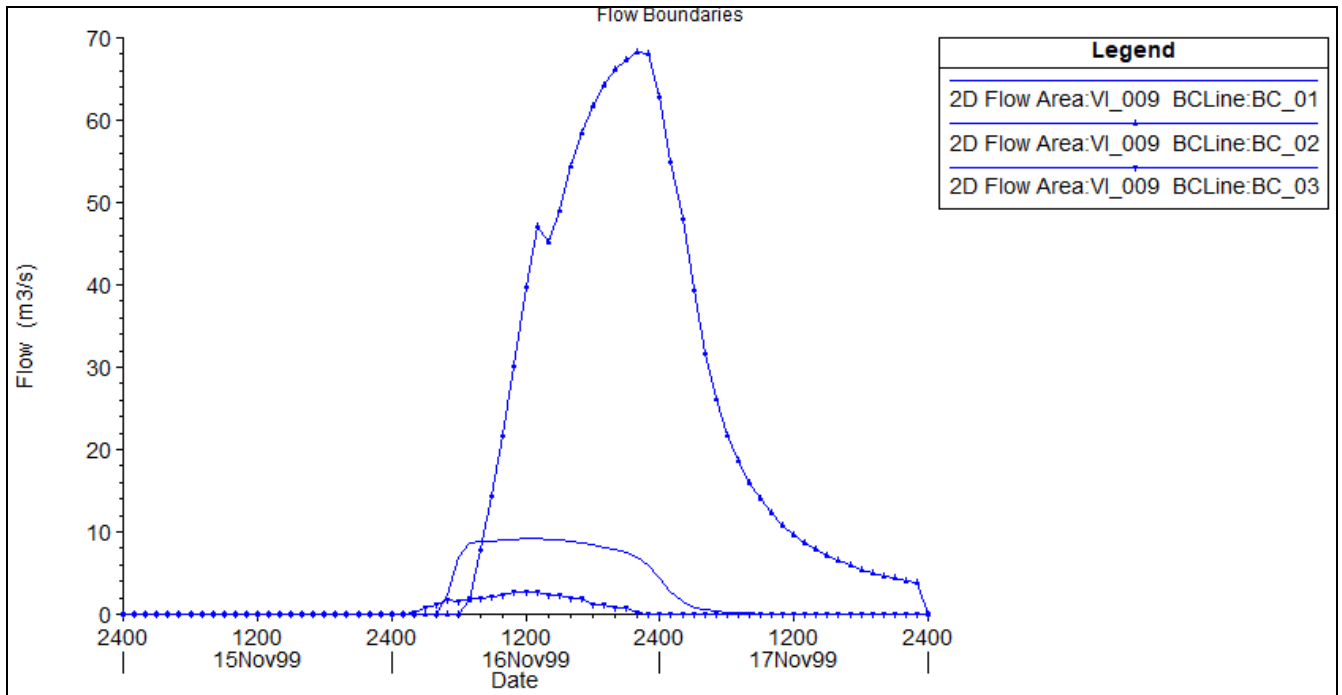


FIG. 11 – IDROGRAMMI DI INPUT PER TR 200 ANNI E DURATA 36 ORE

4.4. Perimetrazione aree allagabili

La perimetrazione di dettaglio delle aree allagabili per Tr 200 anni, alle condizioni attuali e di progetto, è stata ricostruita sulla base dei risultati delle simulazioni eseguite per i n. 3 scenari di calcolo (Tr 200 anni e durate 18, 24 e 36 ore) con il software Hec-Ras 5.0.7, utilizzando il modello geometrico-idraulico precedentemente definito.

Nella seguente figura 12 è riportata la perimetrazione delle aree allagabili, con riferimento al massimo livello idrometrico raggiunto all'interno di ogni cella di calcolo, per lo scenario con durata pari a 24 ore, in quanto risulta essere quello più gravoso.

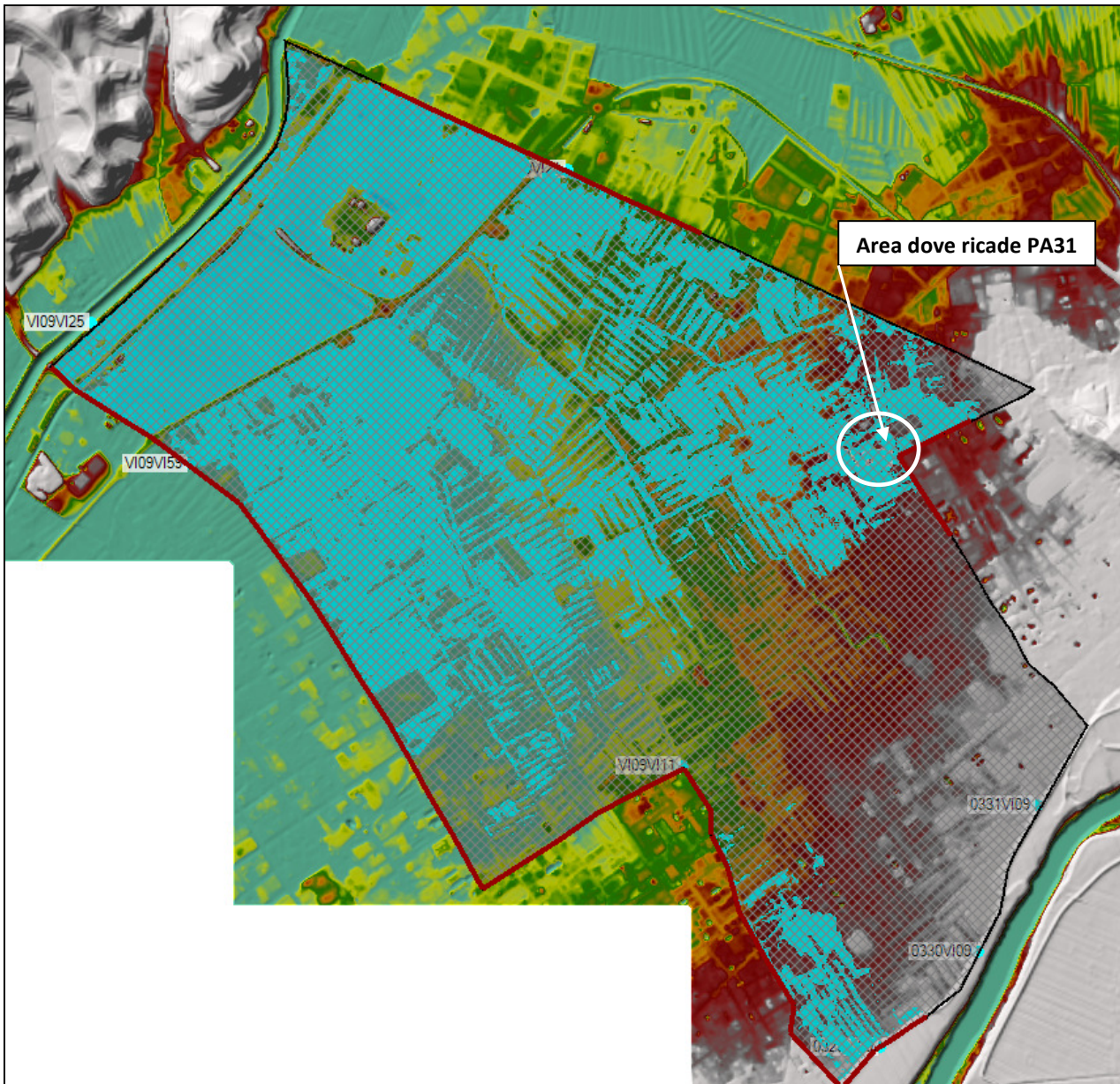


FIG. 12 – AREE ALLAGABILI PER TR 200 ANNI E DURATA 24 ORE

Nelle seguenti figure 13-16 sono riportati gli estratti di dettaglio per la zona dove ricade il lotto di interesse delle carte delle aree allagabili per Tr 200 anni con indicazione dei battenti e delle velocità, sia alle condizioni attuali che progetto. Da queste si evince che:

- il livello idrometrico all'interno del lotto, alle condizioni attuali, varia da 16.95 m s.l.m. a 16.90 m s.l.m. (riferimento quote LIDAR), per un battente medio compreso tra 20 cm e 25 cm e una velocità di allagamento compresa tra 0.2 m/s e 0.1 m/s;
- allo stato di progetto il fabbricato, posto a quota superiore a 17.25 m s.l.m., con riferimento a quote LIDAR (corrispondente a 17.55 m s.l.m. nelle quote assolute di progetto), risulta in sicurezza idraulica; anche il parcheggio, posto a quota compresa tra un minimo di 17.05 m s.l.m. ed un massimo di 17.25 m s.l.m., con riferimento a quote LIDAR (corrispondenti rispettivamente a 17.05 e a 17.55 m s.l.m. nelle quote assolute di progetto) sarà collocato in sicurezza idraulica. Si precisa che, ancorché la L.R. 41/18 consenta la possibilità di lasciare il parcheggio in condizioni di poter anche essere allagato per eventi poco frequenti con battente residuo massimo nell'ordine dei 30

cm, per motivi di carattere logistico di movimentazione dei carrelli tra l'interno del punto vendita, che deve essere collocato obbligatoriamente per ragioni di sicurezza idraulica a quota 17.55 m s.l.m. (compreso il franco di 30 cm), e l'area esterna a parcheggio, è stato necessario prevedere il rialzamento rispetto all'attuale piano campagna di quest'ultima.

In ragione del battente stimato all'interno dell'area interessata da PA31 mediamente compreso tra 20 cm e 25 cm, comunque non superiore a 50 cm nei punti più depressi, e di una velocità pari a circa 0.15 m/s, l'area esame ricade all'interno di quelle con magnitudo moderata ai sensi della L.R. 41/18 e s.m.i..

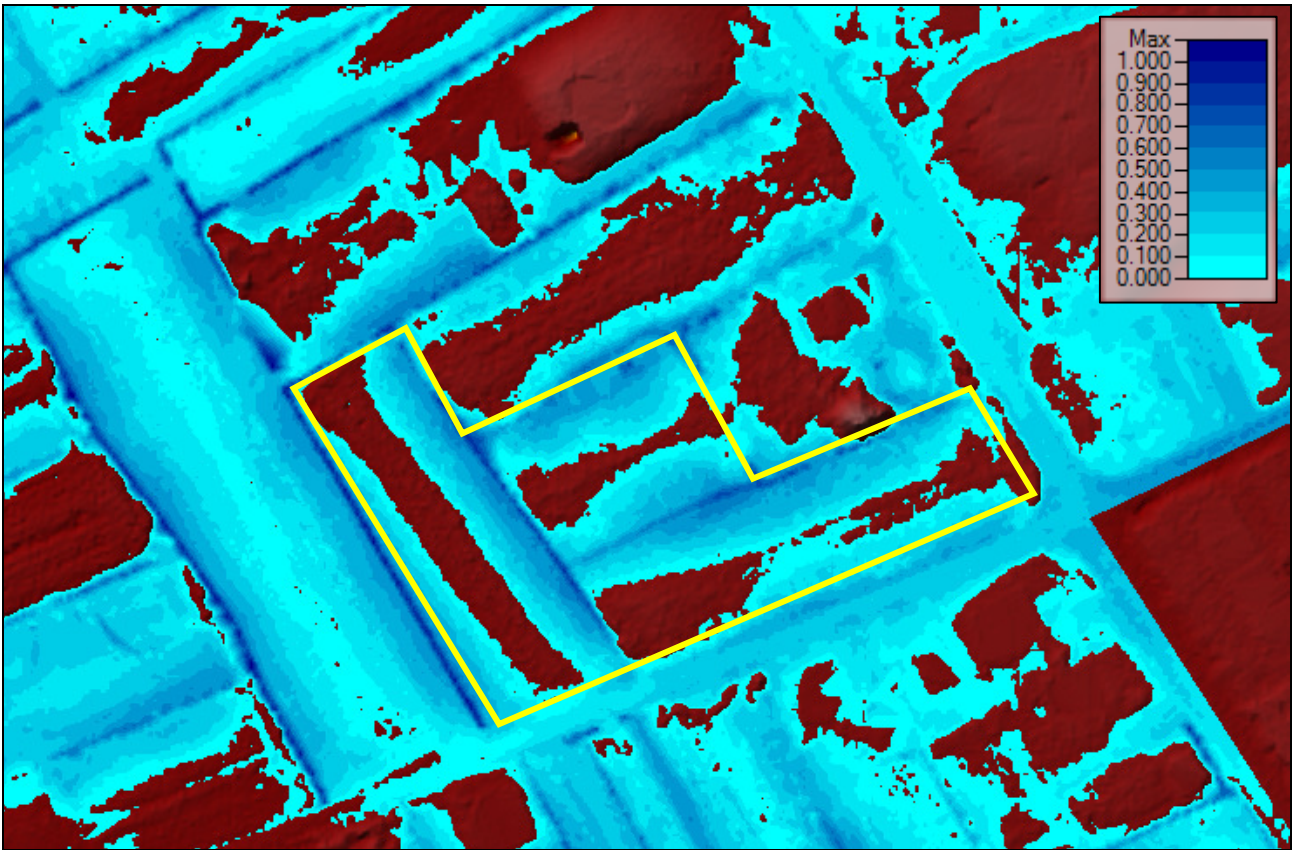


FIG. 13 – ESTRATTO DI DETTAGLIO AREA PA31 CON INDICAZIONE DEI BATTENTI TR 200 ANNI – STATO ATTUALE

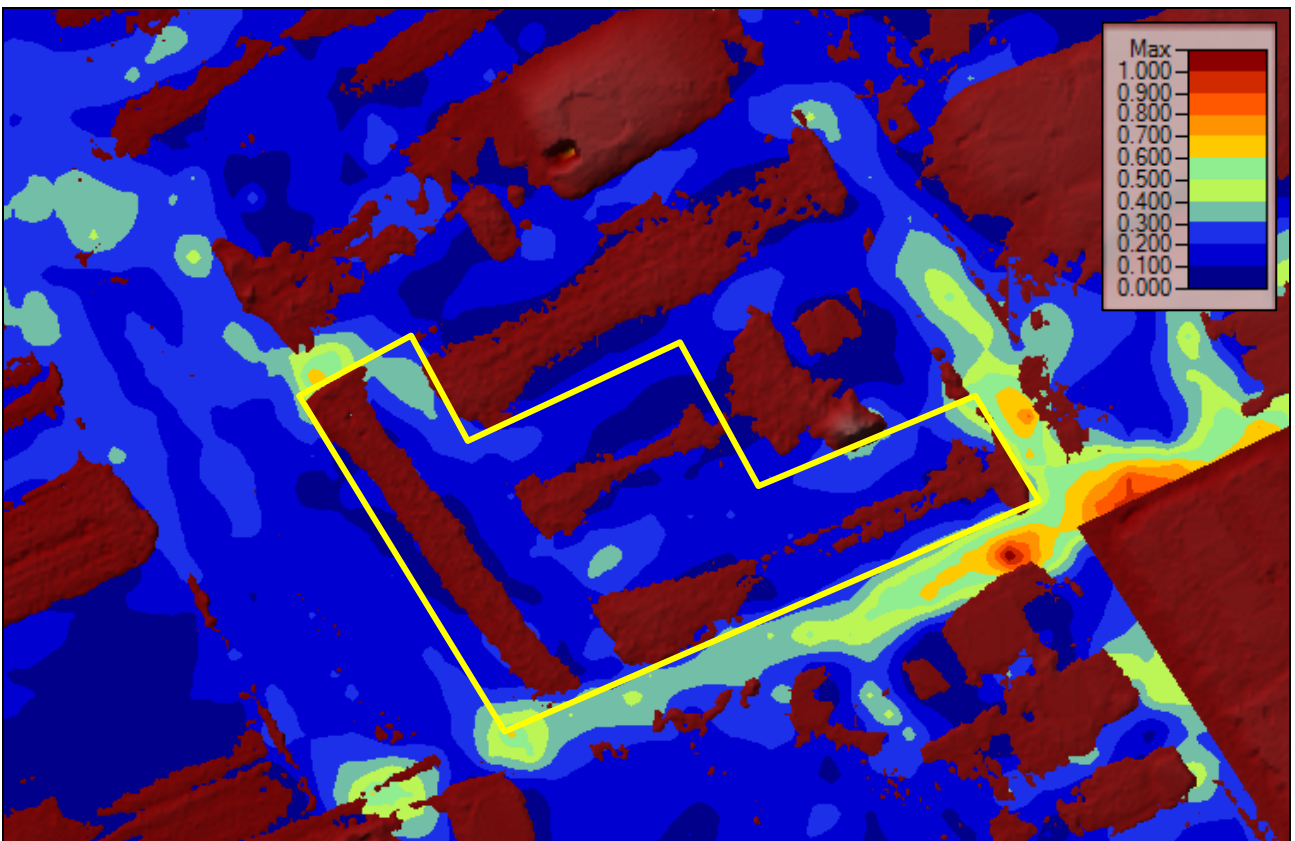


FIG. 14 – ESTRATTO DI DETTAGLIO AREA PA31 CON INDICAZIONE DELLE VELOCITA' IN M/S PER TR 200 ANNI – STATO ATTUALE

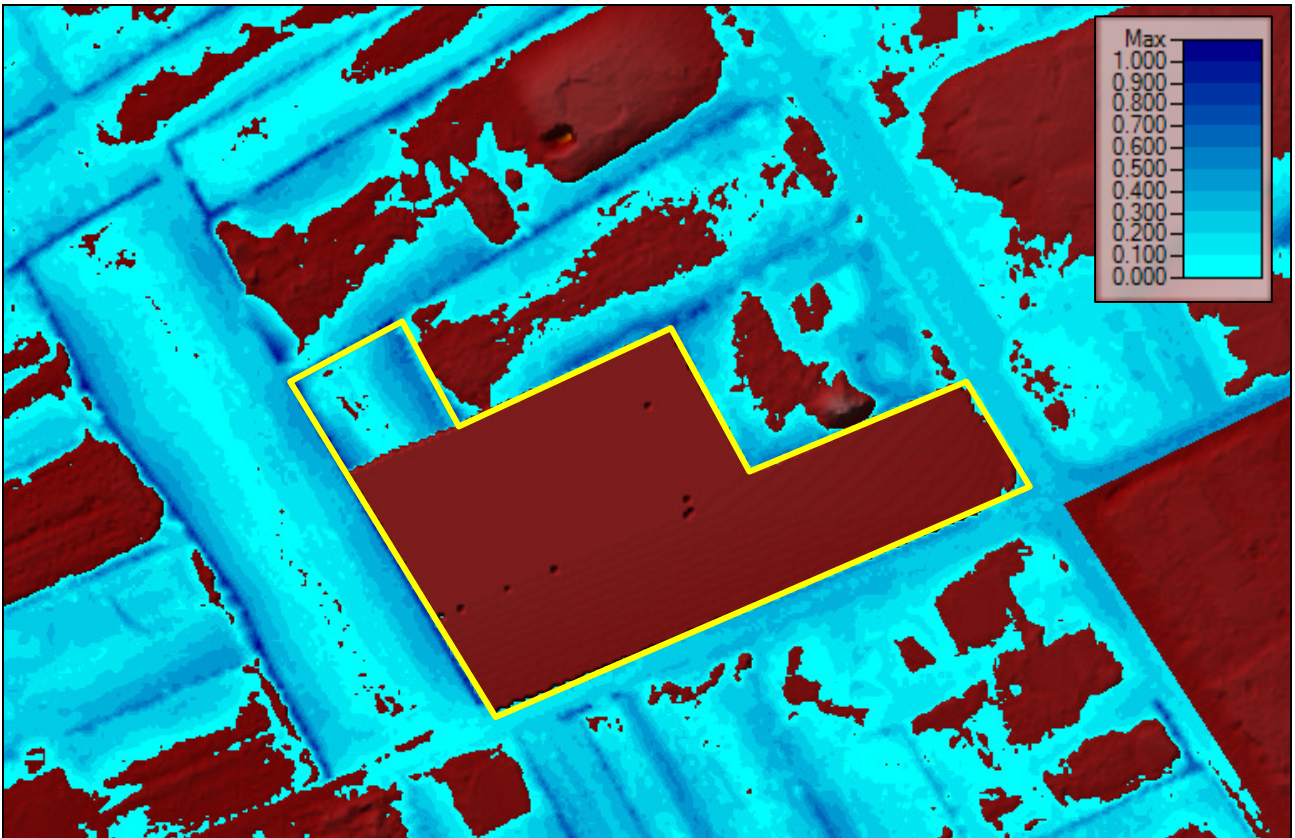


FIG. 15 – ESTRATTO DI DETTAGLIO AREA PA31 CON INDICAZIONE DEI BATTENTI TR 200 ANNI – STATO DI PROGETTO

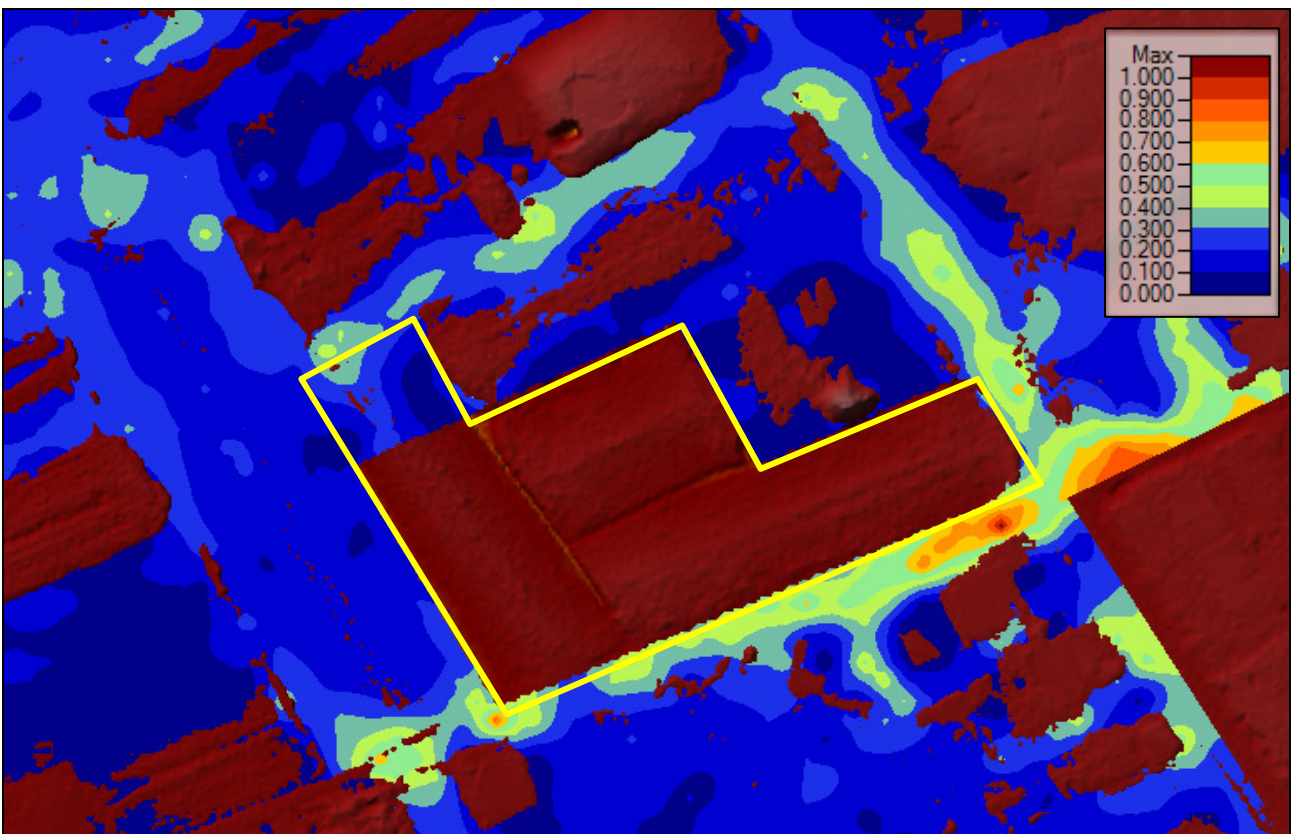


FIG. 16 – ESTRATTO DI DETTAGLIO AREA PA31 CON INDICAZIONE DELLE VELOCITA' IN M/S PER TR 200 ANNI – STATO DI PROGETTO

Nella seguente figura 17 è riportata la “grid” con la differenza tra i battenti relativi allo stato di progetto e quelli relativi allo stato attuale su base ortofotografica per l’area nelle vicinanze del lotto di interesse, da cui si evince come l’intervento in progetto lasci sostanzialmente inalterata la pericolosità idraulica nelle aree limitrofe, ossia con differenze di battente comprese in gran parte tra -2 cm e +6 cm (salvo situazioni locali in adiacenza all’area di intervento e comunque con differenze di battente comprese tra +6 cm e +10 cm al massimo, vedi area con campitura di colore rosso).

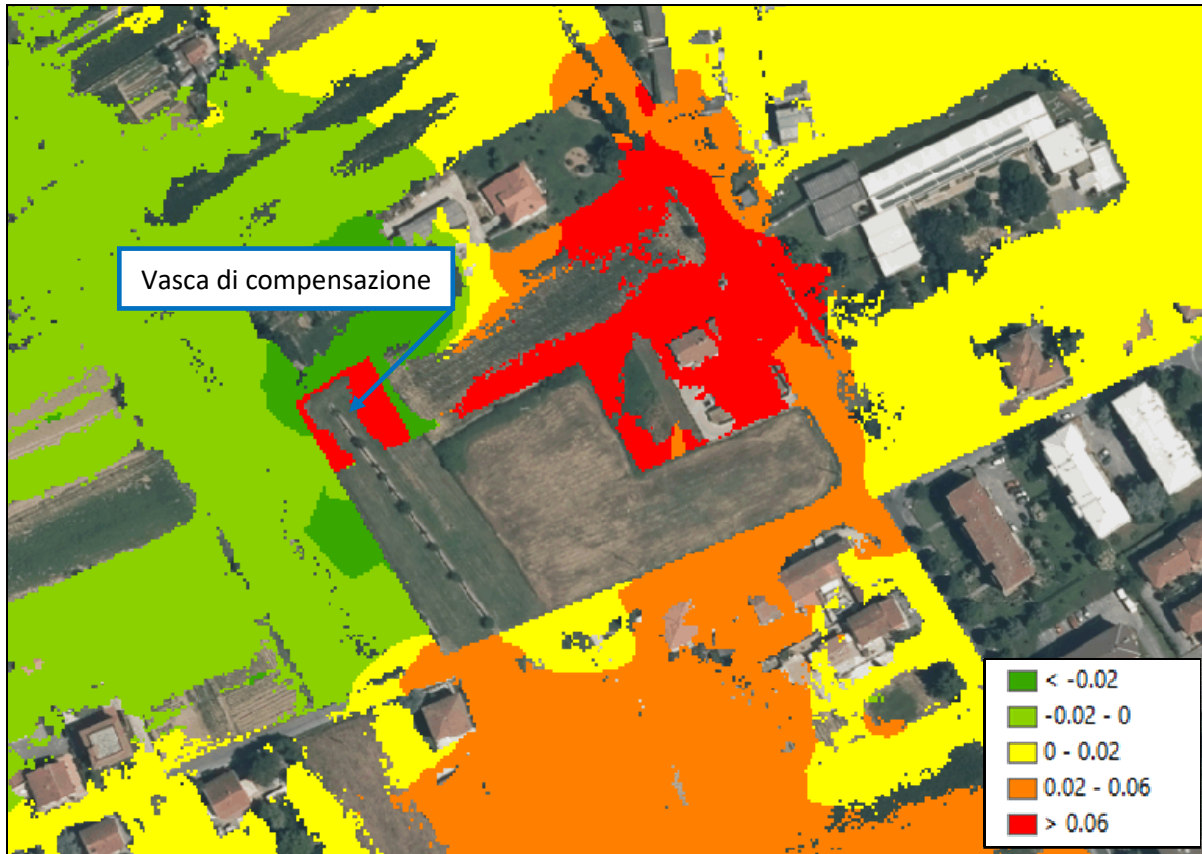


FIG. 17 – ESTRATTO PER AREA PA31 CON INDICAZIONE DIFFERENZE DI BATTENTE TRA STATO DI PROGETTO E ATTUALE

5. VERIFICA DEL RISPETTO DELLE DISPOSIZIONI RELATIVE ALLA FATTIBILITA' IDRAULICA DELLE OPERE IN PROGETTO

In ragione delle soluzioni progettuali previste (vedi elaborati a firma dell'ing. Mauro Bellagamba) risulta che il piano attuativo rispetta le disposizioni normative sopra riportate in quanto:

- il piano di calpestio del fabbricato verrà posizionato a quota 17.55 m s.l.m. con riferimento al piano quotato di progetto che corrisponde a livello Tr 200 anni da base LIDAR pari a 16.95 m s.l.m. +0.3 m per georeferenziazione con LIDAR (vedi precedente paragrafo 4.2) + 30 cm di franco (vedi sotto), corrispondente a un rialzamento medio di circa 55 cm rispetto all'attuale p.c.;
- le aree destinate a parcheggio privato in progetto saranno posizionate con un piano a quota pari o superiore a 17.35 m s.l.m. (con riferimento al piano quotato di progetto che corrisponde a quota 17.05 m s.l.m. da LIDAR, vedi precedente paragrafo 4.2), e pertanto a quota superiore al battente idraulico stimato per Tr 200 anni, e quindi in condizioni di sicurezza idraulica.

Per la messa in sicurezza del fabbricato, considerato che l'area oggetto di intervento ricade all'interno delle zone soggette a battente di transito dell'ordine di 20-25 cm in base all'approfondimento studio effettuato, e comunque al di fuori delle aree soggette a battente statico per cui è richiesta l'applicazione di un franco di 50 cm (vedi Regolamento Urbanistico), si ritiene di poter applicare un "adeguato" franco, nel rispetto della L.R. 41/18, di valore pari a 30 cm.

6. VALUTAZIONI IN MERITO ALLA SALVAGUARDIA DEI SUOLI – ART.198 COMMI 11 E 14 DELLE NTA

Al fine di neutralizzare gli effetti derivanti dall'aumento della velocità di corrivazione delle acque nel corpo ricevente e dalla riduzione della permeabilità dei suoli provocata dagli interventi in progetto, sono state previste delle opere di laminazione/compensazione allo scopo appunto di scaricare nel reticolo portate e un volumi di acque meteoriche non superiori a quelli che vengono scaricato alle condizioni attuali.

Il dimensionamento idraulico dell'opera, che comprende quello della bocca tarata e quello dei volumi da compensare, è stato eseguito con le seguenti modalità, facendo riferimento, ove necessario, ai parametri di letteratura.

I valori di riferimento utilizzati sono i seguenti:

- altezza di pioggia per evento di durata oraria per Tr 20 anni da LSPP 2012 per la zona di Fucecchio pari a 47.5 mm;
- tipologia di superficie:
 - impermeabile (piazzali asfaltati) \Rightarrow coefficiente di deflusso $C_d = 1$;
 - semipermeabile (parcheggi in autobloccanti) \Rightarrow coefficiente di deflusso $C_d = 0.5$;
 - permeabile (area a verde) \Rightarrow coefficiente di deflusso $C_d = 0.3$.

Per le superfici sono state prese a riferimento quelle desunte dagli elaborati progettuali a firma dell'ing. Mauro Bellagamba.

6.1. Calcolo delle portate/volumi prodotte allo stato attuale

Il calcolo della portata/volume in deflusso attesa a valle dell'area oggetto di trasformazione allo stato attuale è stato effettuato stimando il deflusso prodotto dalla superficie costituita da area a verde, mediante la seguente relazione:

$$Q = i C_d A$$

dove:

$i = 47.5 \text{ mm/h}$;

C_d = coefficiente di deflusso per le superfici a diversa permeabilità;

A = area espressa in mq.

Stato attuale	Superficie (mq)	Cd	i (mm/h)	Q (mc/h)	
Area a verde	9370				
Tot. superficie permeabile	9370	0.3	47.5	133.5	
				Q_{att} (mc/h)	133.5

Dai calcoli svolti risulta che le portate/volumi immessi nel reticolo idrografico nella condizione attuali sono pari a: $Q_{att} = 133.5 \text{ mc/h}$, pari a 37.1 l/s .

6.2. Calcolo delle portate/volumi prodotte allo stato di progetto

Il calcolo della portata/volumi in deflusso attesa a valle dell'area interessata dall'intervento in progetto è stato effettuato stimando il deflusso prodotto dalla superficie costituita da tetti, marciapiedi, viabilità, parcheggi, spazi di manovra, resedi in autobloccanti, aree a verde, mediante la seguente relazione:

$$Q = i C_d A$$

dove:

$i = 47.5 \text{ mm/h}$;

C_d = coefficiente di deflusso per le superfici a diversa permeabilità;

A = area espressa in mq.

Stato di progetto	Superficie (mq)	Cd	i (mm/h)	Q (mc/h)	
Coperture del fabbricato	1785				
Marciapiedi, viabilità e spazi di manovra asfaltati	3650				
Tot. superficie impermeabile	5435	1.0	47.5	258.2	
Parcheggi in autobloccanti	1975				
Tot. superficie semipermeabile	1975	0.5	47.5	46.9	
Area a verde	1960				
Tot. superficie permeabile	1960	0.3	47.5	27.9	
				Q_{prog} (mc/h)	333.0

Dai calcoli svolti risulta che le portate/volumi immessi nel reticolo idrografico nella condizione di progetto sono pari a: $Q_{prog} = 333.0 \text{ mc/h}$, pari a 92.5 l/s .

6.3. Volumi da stoccare temporaneamente

In base a quanto riportato precedentemente, i volumi prodotti in surplus da compensare per effetto dell'impermeabilizzazione dei suoli possono essere calcolati mediante la relazione ($V_{prog} - V_{att}$); da questa risultano pari a circa **200 mc** ($V_{comp} = 333.0 - 133.5 = 199.5 \text{ mc} \approx 200 \text{ mc}$).

7. INTERVENTI COMPENSATIVI PER RIDUZIONE PERMEABILITA' DEI SUOLI

Per stoccare temporaneamente i suddetti 200 mc d'acqua, è stato previsto di ribassare l'area a verde privato ubicata sul lato nord-ovest dell'area oggetto di intervento. Detta zona sarà idraulicamente collegata alla fognatura da realizzare sotto la nuova viabilità all'interno del parcheggio che circonda il fabbricato commerciale in progetto, che raccoglie le acque meteoriche provenienti dalla copertura del fabbricato, dai marciapiedi, dalla sede stradale e dagli stalli dei parcheggi. Tale fognatura scaricherà le acque in quella pubblica esistente lungo Via di Stieta. Lo scarico sarà provvisto di bocca tarata in grado di scaricare una portata non superiore a 37.1 l/s (vedi precedente paragrafo 6.1), così che i volumi d'acqua in eccedenza vengano convogliati mediante un tubo di troppo pieno all'interno della depressione prevista nell'area a verde ribassata di cui sopra. È stato previsto di abbassare mediamente di 30 cm una superficie a verde di circa 800 mq posta sul lato nord-ovest del lotto (0.3 m x 800 mq = 240 mc > 200 mc minimi richiesti).

La vasca sarà collegata mediante una tubazione suborizzontale in PVC Ø315 al collettore fognario delle acque meteoriche (tubazione in PVC Ø400 vedi dimensionamento idraulico riportato al seguente capitolo 9); detta tubazione funzionerà da scolmatore in caso di portate in deflusso superiori ai circa 37.1 l/s che sono smaltibili dalla bocca tarata, che dovrà essere collocata all'interno di un pozzetto di ispezione prima dello scarico in fognatura (per i calcoli di dimensionamento della bocca tarata si veda il paragrafo seguente). Il tubo scolmatore Ø315 sarà collegato alla fognatura mediante un pozzetto e il fondo dello stesso dovrà essere collocato a +10 cm dal fondo del collettore fognario Ø400 in ingresso. Lo scolmatore suborizzontale consentirà quindi sia di caricare che scaricare a gravità la vasca di accumulo; nello specifico, infatti, in ragione della differenza di carico idraulico che si viene a creare tra il sistema di stoccaggio e quello fognario di raccolta e scarico, le acque meteoriche entreranno nel sistema di accumulo sotterraneo durante l'evento meteorico (livello dell'acqua in fognatura superiore a quello nella zona di stoccaggio) e ne usciranno a evento concluso (livello dell'acqua nella zona di stoccaggio superiore a quello nella fognatura che si sta scaricando).

Nella parte alta della parete del pozzetto dove sarà collocata la tubazione con funzione di bocca tarata, dovrà essere realizzata un'apertura con funzione di eventuale scarico del troppo pieno. In corrispondenza del punto di scarico nel capofosso del tubo con funzione di bocca tarata Ø200 (vedi calcoli di dimensionamento al paragrafo seguente) dovrà essere collocata una valvola a clapet di non ritorno.

Nella seguente planimetria di figura 18 è riportato lo schema di funzionamento del sistema idraulico sopra descritto.

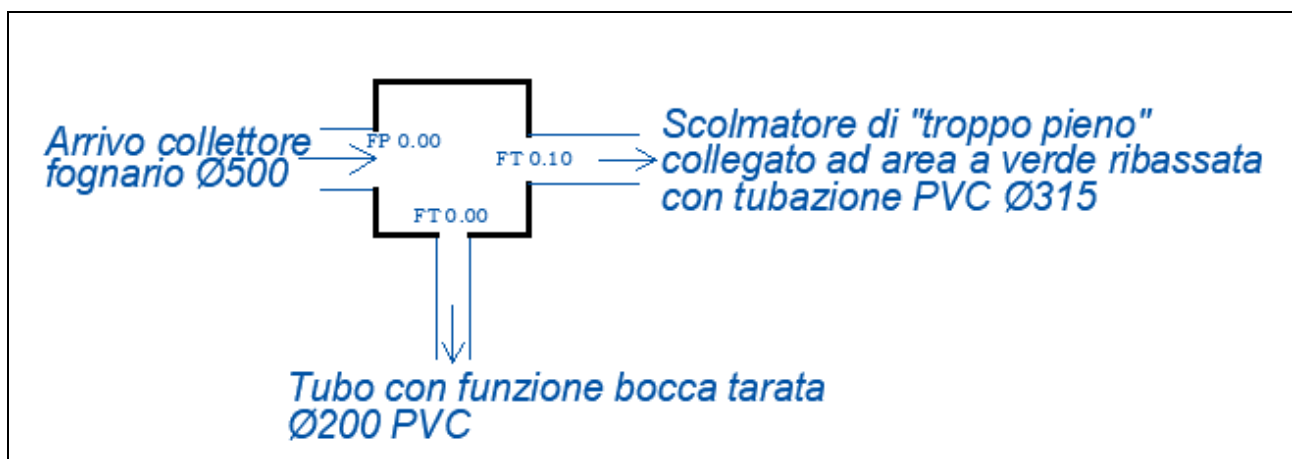


FIG. 18 – SCHEMA POZZETTO PROVVISIO DI BOCCA TARATA

7.1. Dimensionamento della bocca tarata di scarico

Il dimensionamento idraulico della bocca tarata di scarico è stato condotto con riferimento alle formule della foronomia e nello specifico alla condizione di luce a battente circolare (vedi seguente figura 19) .

La formula di riferimento per il calcolo è la seguente: $Q = \mu A (2 g h)^{0.5}$ dove $\mu = 0.6$.

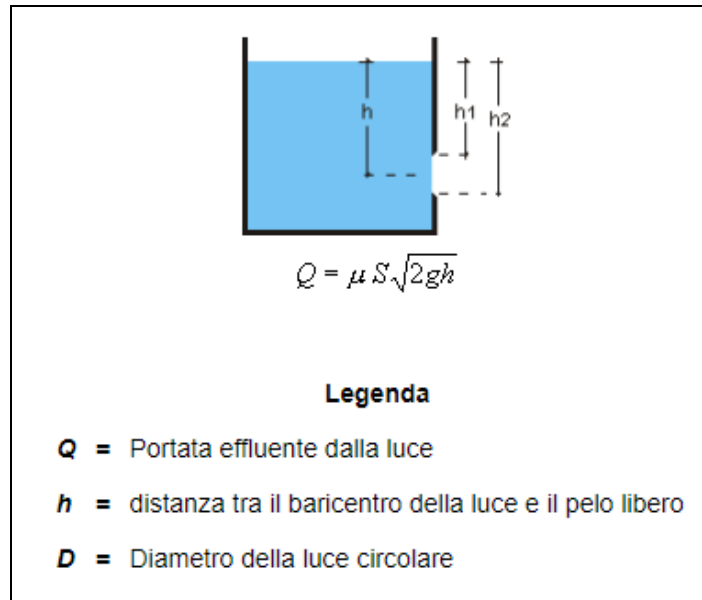


FIG. 19 – SCHEMA DI CALCOLO PER BOCCA TARATA

Dai calcoli svolti con riferimento a una situazione di carico idraulico da fondo tubo (vedi h_2 di figura 19) pari a 13 cm circa, risulta che una tubazione in PVC $\varnothing 200$ (diametro interno 19 cm) è in grado di smaltire una portata di circa 37.1 l/s, quindi pari a quella massima scaricabile.

8. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLA CONDOTTA FOGNARIA PRINCIPALE

Per dimensionare il collettore fognario di raccolta delle acque meteoriche drenate dal lotto oggetto di intervento è stato fatto riferimento alla formula di Chezy, valida per condizioni di moto uniforme. Considerando:

- portata di progetto pari a 92.5 l/s (vedi paragrafo 5.2);
- tubazione in PVC → coefficiente di scabrezza secondo Gauckler Strickler pari a $120 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$;
- livelletta di fondo con pendenza non inferiore a 0.2%;
- riempimento del tubo per la portata di progetto non superiore al 65% dell'altezza della sezione, corrispondente a un franco minimo del 35%;

è necessario mettere in opera una tubazione di diametro minimo pari a $\varnothing 400$ (vedi calcoli riportati nella seguente figura 20).

In ragione di quanto disposto all'art.198 comma 11 delle NTA, si prescrive di realizzare la condotta mediante un tubo in PVC $\varnothing 500$, in modo da aumentare la capacità d'invaso del sistema fognario.

Formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler

Dati di calcolo

D m = Diametro interno del canale

w % = Livello percentuale riempimento del canale

i m/m = Pendenza del canale

k = Coefficiente di scabrezza

Q m³/s = **Portata della condotta**

[Tabella diametri interni tubazioni](#)

$$v = k R^{2/3} i^{1/2}$$

Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler:

- 120 Tubi Pe, PVC, PRFV
- 100 Tubi nuovi gres o ghisa rivestita
- 80 Tubi con lievi incrostazioni, cemento ord.
- 60 Tubi con incrostazioni e depositi
- 40 Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo

FIG. 20 – DIMENSIONAMENTO IDRAULICO CONDOTTA FOGNARIA PRINCIPALE

9. CONCLUSIONI

La presente relazione idraulica è stata redatta su incarico di EUROSPIN TIRRENICA S.p.A. a supporto del piano attuativo PA 31 in Via di Stieta in Comune di Fucecchio (FI).

Sono state prese in esame le disposizioni normative vigenti di carattere idraulico inerenti al piano attuativo in progetto, in virtù delle quali:

- A. è stato determinato il battente di transito e la relativa velocità all'interno del lotto per effetto di esondazioni lungo l'argine destro del Fiume Arno, partendo dai dati forniti dall'Autorità di Distretto Appennino Settentrionale, che risultano rispettivamente pari a mediamente 20 cm (comunque non superiore a 50 cm nei punti più depressi) e 0.15 m/s;
- B. è stata definita la magnitudo per l'area oggetto di intervento ai sensi della L.R. 41/18 e s.m.i. sulla base dello studio idraulico, dal quale risulta una classe di magnitudo moderata;
- C. è stata definita la quota di 17.55 m s.l.m. come quota di sicurezza per il piano di calpestio del nuovo fabbricato (con riferimento al piano quotato di progetto), pari al battente medio di 20 cm + 30 cm di franco, nel rispetto dell'art.11 comma 2 e dell'art.8 comma 1 lettera c) della L.R. 41/18 e s.m.i.;
- D. è stato previsto di collocare il parcheggio privato a quota pari o superiore a 17.35 m s.l.m. (con riferimento altimetrico al piano quotato di progetto), e quindi in condizioni di sicurezza idraulica così da rispettare quanto disposto all'art.13 comma 4 lett. b) della L.R. 41/18 e s.m.i.;
- E. è stato verificato che gli interventi nel loro complesso non comportano aggravio del rischio in altre aree ai sensi dell'art.8 comma 2 lettera a) della L.R. 41/18 e s.m.i.;
- F. è stato previsto di realizzare un intervento di compensazione idraulica derivante dalla riduzione di permeabilità dei suoli in modo da non aggravare il carico idraulico sul reticolo scolante esistente ai sensi dell'art.198 commi 11 e 14 delle NTA del Regolamento Urbanistico vigente, consistente in un ribassamento della zona a verde a nord-ovest del lotto per una profondità media pari a 30 cm e una superficie pari a circa 800 mq, per una volumetria invasabile di circa 240 mc, collegata al sistema fognario di smaltimento delle acque meteoriche, provvisto di scarico con bocca tarata, che scaricherà nella fognatura esistente lungo Via di Stieta. Lo scarico avverrà mediante bocca tarata costituita da una tubazione in PVC Ø200 disposta secondo le indicazioni precedentemente riportate, mentre il collegamento idraulico tra il collettore fognario (tubo in PVC Ø500) avverrà tramite un "tubo scolmatore" in PVC Ø315.

Gli interventi sopra indicati, così come progettati:

- non comportano aggravio di rischio in altre aree secondo le disposizioni della L.R. 41/18 e s.m.i.;
- non comportano incremento di carico idraulico nel sistema fognario recettore per effetto del sistema di compensazione previsto e della bocca tarata da posizionare prima dello scarico nella fognatura pubblica lungo Via di Stieta.

Il piano attuativo presentato ottempera pertanto a tutte le disposizioni normative di carattere idraulico a oggi vigenti.

Prato, lì 26 Maggio 2021

Dott. Ing. Cristiano Cappelli

