

COMUNE DI CASTAGNETO CARDUCCI

Piano Attuativo finalizzato al completamento dell'ambito insediativo nord della viabilità e dell'accessibilità al centro abitato ed alle nuove polarità di servizio con contestuale Variante al Piano Operativo per modifica scheda Pnc.4 - Donoratico Nord

Il Progettista



Vittoria Stefani

Approfondimenti idraulici

Relazione idraulica

SOMMARIO

1	<i>PREMESSA</i>	1-1
2	<i>INQUADRAMENTO DELL'AREA</i>	2-1
3	<i>DIMOSTRAZIONE DELLA TRASPARENZA IDRAULICA DEL RILEVATO STRADALE</i>	3-1
4	<i>INDIVIDUAZIONE DELLE OPERE PER IL NON AGGRAVIO DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO NELLE ALTRE AREE</i>	4-3
5	<i>ALLEGATO I – TIRANTI PER EVENTO CON TR 200 ANNI</i>	5-5

1 PREMESSA

La presente relazione è stata redatta al fine di rispondere alle richieste di integrazioni al Piano Attuativo finalizzato al completamento dell'ambito insediativo nord della viabilità e dell'accessibilità al centro abitato ed alle nuove polarità di servizio con contestuale Variante al Piano Operativo per modifica scheda Pnc.4 avanzate dal Settore Genio Civile Valdarno Inferiore con nota Prot. n.0011456/2024.

Nella lettera sopracitata si richiede ulteriori approfondimenti oltre quelli forniti dal Comune di Castagneto Carducci con nota prot. n. 9208/2024 del 24/05/2024 in merito *alla dimostrazione della trasparenza idraulica del nuovo rilevato stradale e circa l'individuazione di opere per il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree (art. 8, comma 2 della L.R. n.41/2018).*

2 INQUADRAMENTO DELL'AREA

L'area in esame è una porzione di territorio di forma irregolare in località Guidalotto nella frazione di Doronatico, Comune di Castagneto Carducci avente un'estensione di circa 37'055 m². Il territorio si presenta generalmente pianeggiante, localizzato circa 135 m a sud-ovest rispetto al Fosso Ai Molini e delimitato a est da Via della Resistenza, a ovest dalla Via Vecchia Aurelia e a nord e sud da porzioni di abitato. Di seguito si riporta un'estratto di vista fotoaerea con evidenza dell'area oggetto di lottizzazione nella quale è prevista la realizzazione di unità abitative e opere di urbanizzazione primaria tra le quali: una nuova rotatoria sulla Via Vecchia Aurelia e una nuova viabilità pubblica di connessione tra la suddetta rotatoria e Via della Resistenza di lunghezza pari a circa 100 m.

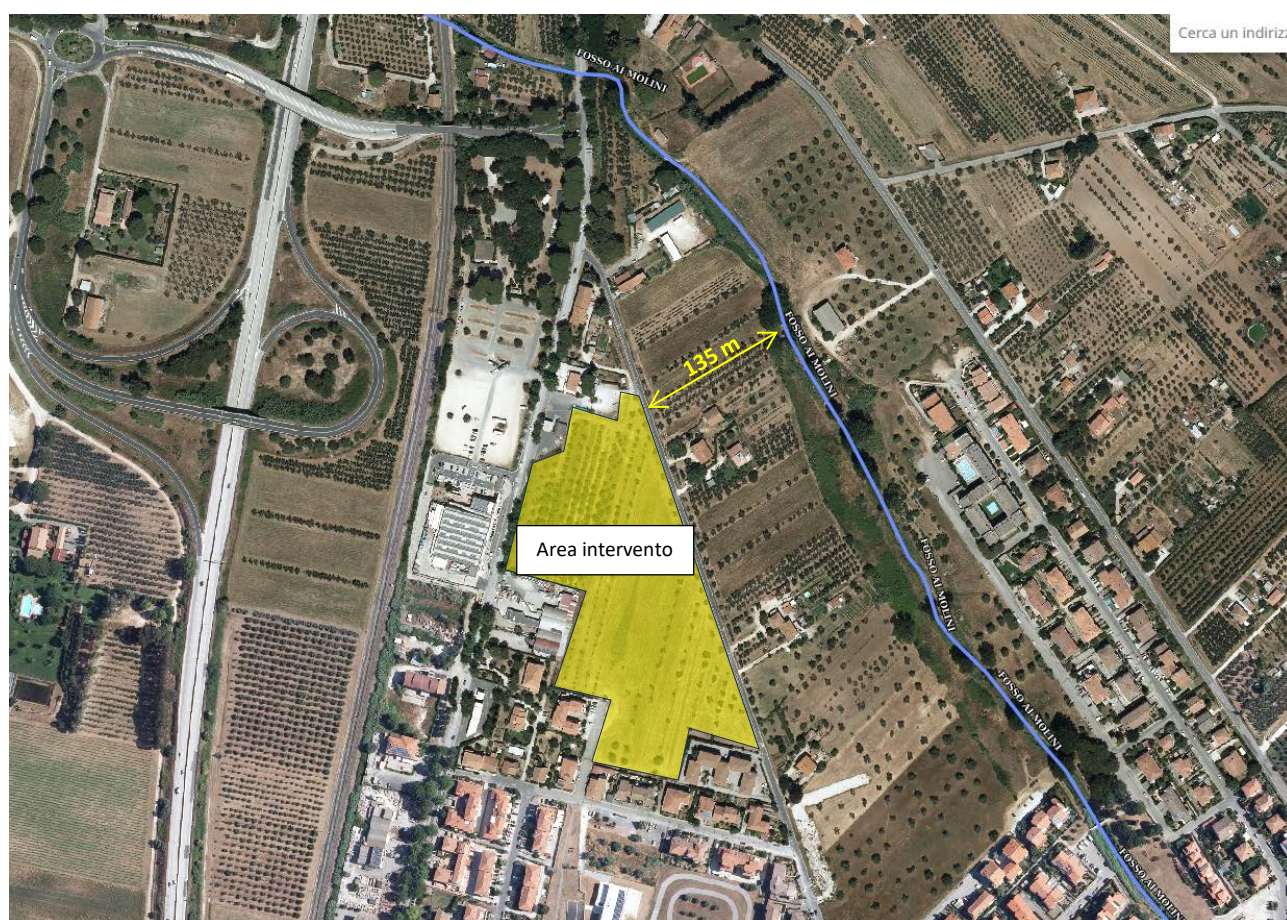


Figura 2-1: Ortofoto con indicazione dell'area oggetto della lottizzazione e distanza dal Fosso ai Molini

È stata eseguita un'analisi sull'andamento delle quote del terreno esistente ottenute dal rilievo Lidar di risoluzione 1x1m fornito dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica attraverso il Geoportale Nazionale (<https://gn.mase.gov.it/portale/distribuzione-dati-pst>). Dall'analisi si evince che il terreno esistente degrada lentamente procedendo da est verso ovest e in particolare al piede di Via Vecchia Aurelia è presente un impluvio che corre parallelamente alla sede stradale e la cui quota di scorrimento risulta essere 17.90 ovvero circa 1.40 m più bassa della quota della sede stradale. **La nuova viabilità in progetto conetterà tramite un rilevato stradale la rotatoria lungo Via Vecchia Aurelia posta a quota 19.30 m s.l.m. e Via della Resistenza alla quota di 18.80 m s.l.m.**

Nella Relazione idraulica allegata al Piano Operativo Comunale – Variante al Piano Strutturale sono state eseguite, attraverso specifici modelli idrologici e idraulici, le simulazioni relative ad un evento di piena con tempo di ritorno di 30 anni e 200 anni che interessano il corpo idrico limitrofo. Da tali analisi emerge che la sezione del Fosso Ai Molini in prossimità dell'area analizzata (Sez.24 del Piano Operativo) risulta essere idraulicamente sufficiente al passaggio della piena con tempo di ritorno 30 anni, mentre per l'onda di piena con tempo di ritorno 200 anni il tirante idraulico fuoriesce gli argini e si dirige verso aree del territorio più depresse compresa l'area della lottizzazione in esame.

In particolare, come prevedibile dall'analisi del rilievo Lidar e dalla tavola grafica G.3.3.1. del Piano Operativo (riportata in Figura 2-2, sinistra), emerge che nella porzione di terreno adiacente a Via Vecchia Aurelia si instaura un battente d'acqua compreso tra 0.50 e 1 m, che diminuisce in direzione di Via della Resistenza in quanto il terreno attuale aumenta di quota.

Inoltre nella Relazione idrologica-idraulica del Piano Operativo si definisce che per l'area in esame *"La quota del massimo battente è in media pari a 18.60 m slm, per cui considerando un franco di sicurezza di 15 cm occorre impostare i piani di calpestio sopra 18.75 m slm."* (rif. Figura 2-2, destra).



Figura 2-2: A sinistra: Estratto Elaborato G.3.3.1: Carta dei battenti TR200 Nord – Stato attuale. A destra: Estratto CTR area intervento con quote dei battenti idrici – Elaborato G.3.1: Relazione Idrologico – Idraulica – Piano Operativo Comune di Castagneto Carducci

La nuova infrastruttura lineare presentata nel Piano Attuativo (strada di collegamento tra la rotatoria su Via Vecchia Aurelia e Via della Resistenza) risulta essere conforme alle indicazioni sopra riportate, in quanto la quota del piano di calpesio della piattaforma stradale è sempre superiore alla quota 18.75 m s.l.m. perciò essa non potrà essere interessata dal battente idrico della piena duecentennale.

Inoltre l'infrastruttura lineare di collegamento rispetta quanto previsto dall'art. 13 comma 2 della L.R. 41/2018 che definisce: *"Nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze possono essere realizzate nelle aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali"*.

I risultati ottenuti dalle simulazioni degli eventi di piena eseguite in allegato al Piano Operativo ed esposte nella Relazione idrologica e idraulica trovano riscontro nella perimetrazione delle aree nella Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale e costiera (Figura 2-3), ai sensi della Direttiva PGRA.

La zona interessata dal battente idrico durante un evento di piena con tempo di ritorno 200 anni viene infatti classificata come area a pericolosità da alluvione media (P2), mentre la restante porzione dell'area in esame è classificata come Pericolosità da alluvione bassa (P1), ovvero corrispondente ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale.

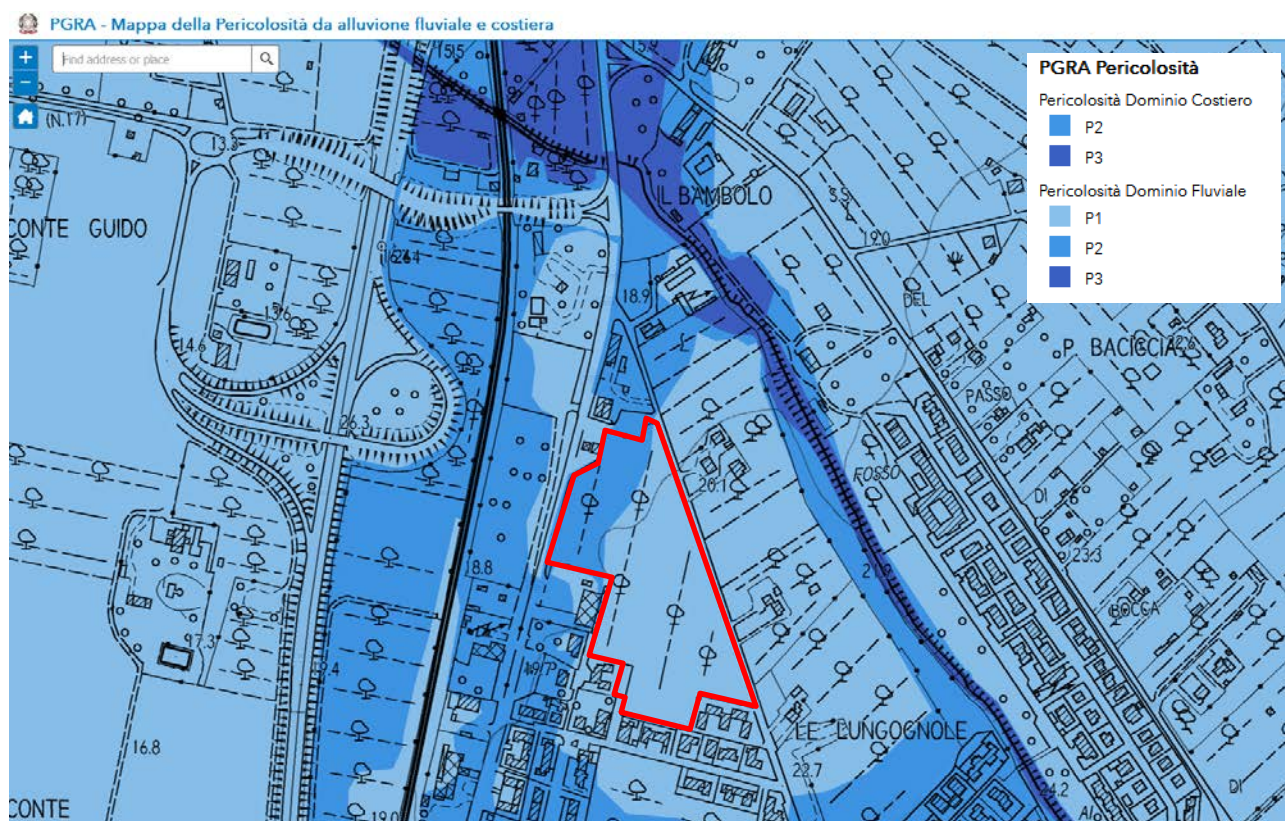


Figura 2-3: Estratto Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale e costiera (PGRA) e area oggetto di lottizzazione e urbanizzazione primaria (riquadro rosso)

3 DIMOSTRAZIONE DELLA TRASPARENZA IDRAULICA DEL RILEVATO STRADALE

Al fine di rispettare quanto previsto dalla L.R. 41/2018, ovvero di assicurare il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, sono state adottate le misure necessarie a rendere idraulicamente trasparente il rilevato stradale di collegamento tra la rotatoria su Via Vecchia Aurelia e Via della Resistenza. In questo modo la distribuzione del battente idrico duecentennale segue lo stesso andamento della condizione allo stato attuale senza di fatto aggravare le condizioni di rischio idraulico in altre aree.

Per fare ciò è stata prevista la posa di tre scatolari idraulici alla quota del terreno esistente in modo da connettere idraulicamente le porzioni di territorio divise dal rilevato stradale fin dai primi livelli di battente idrico e successivamente durante tutto l'evento di piena. È prevista la posa di uno scatolare 80x80cm in corrispondenza dell'allargamento della rotatoria esistente, ovvero dove il terreno risulta essere maggiormente depresso e due scatolari 60x80cm lungo il tracciato della nuova viabilità.

L'elaborato G.3.7.2.2. riporta la geometria della sezione 24 dalla quale è possibile ricavare attraverso la seguente formula di Gauckler Strickler il valore di portata massima transitabile nella sezione a moto uniforme, dunque oltre il quale inizia il fenomeno di alluvione.

$$Q = K_s \cdot A \cdot R_h^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{i_f}$$

Dove

K_s è il coefficiente di Gauckler-Strickler che esprime la scabrezza del fondo dell'alveo ed è stato assunto pari al reciproco del coefficiente di Manning riportato nella Relazione idrologica-idraulica, ovvero pari a $28.6 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$;

A è l'area bagnata nella sezione trasversale in m^2 ;

R_h è il raggio idraulico della sezione definito come il rapporto tra l'area e il perimetro bagnato;

i_f è la pendenza del fondo dell'alveo.

Sezione Fosso Molini		
Coeff. di Gauckler-Strickler	$K_s =$	$28.6 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$
Tirante	$y =$	2.80 m
Base	$b =$	2.80 m
Angolo	$\alpha_1 =$	67.00 °
Angolo	$\alpha_2 =$	37.00 °
Area sezione liquida	$A =$	14.7060 m^2
Perimetro bagnato	$P =$	10.49 m
Raggio idraulico	$R_h =$	1.4013 m
Pendenza	$i =$	1.13%
Velocità	$v =$	3.80 m/s
Portata	$Q =$	55.93 m^3/s

Tabella 3.1: Calcolo della portata massima transitante attraverso la sez.24 con formula di Gauckler-Strickler

La Relazione idrologica-idraulica allegata al Piano Operativo non fornisce il valore di portata di piena con tempo di ritorno 200 anni in corrispondenza della sezione del Fosso Ai Mulini in prossimità dell'area in esame (Sez.24) che di fatto è inferiore rispetto al valore di portata di piena del bacino idraulico complessivo. In prima approssimazione però si può considerare un valore di portata di piena pari a 2/3 di quello calcolato alla sezione di chiusura in relazione all'estensione del bacino idrografico, che alla sezione 24 risulta essere appunto 2/3 di quello totale. Si ottiene così che per un evento con tempo di ritorno 200 anni in corrispondenza della sez. 24 transita una portata di piena pari a $100 \text{ m}^3/\text{s}$: $55.93 \text{ m}^3/\text{s}$ rimangono all'interno dell'alveo mentre la restante quota parte della portata di piena fuoriesce dagli argini verso le aree limitrofe.

Analizzando la curva di piena dell'evento con tempo di ritorno 200 anni riportata nella relazione idrologia e idraulica si può ricavare che per l'evento di precipitazione più impulsivo l'evento alluvionale che interessa la sez. 24 ha durata 1 ora.

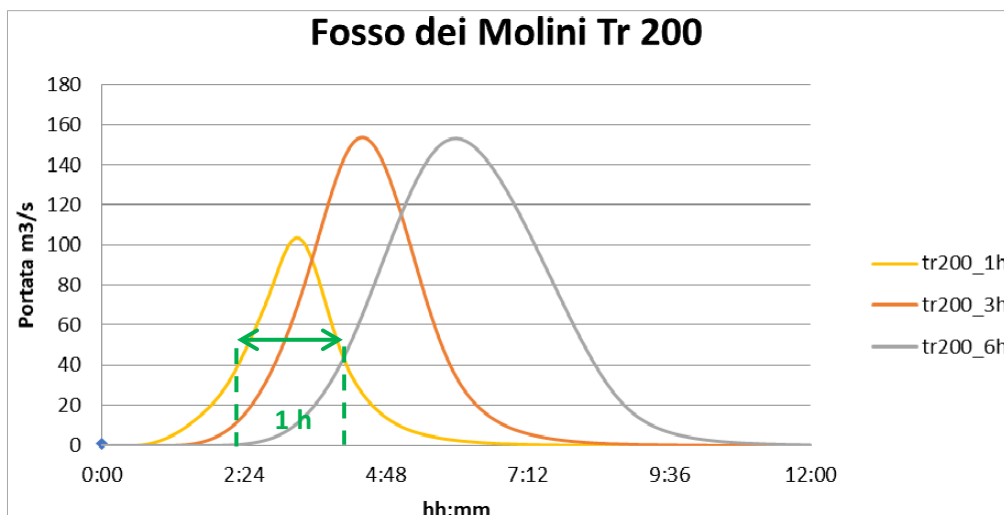


Figura 3-1: Idrogramma di piena del Fosso dei Molini per Tr 200 anni alla sezione di chiusura.

È dunque possibile eseguire un'analisi idraulica sulla base del volume d'acqua che si accumula nell'area di interesse (back analysis) confrontando la superficie del terreno esistente con la quota 18.60 m s.l.m. del battente idrico (Allegato 1). Si ottiene così che all'interno dei confini di lottizzazione si potrebbe accumulare un volume di circa **2'580 m³** d'acqua in 1 ora, determinando una portata dell'evento alluvionale di 720 l/s. Considerato che l'analisi è stata condotta sulla base dei soli dati riportati nei documenti allegati al Piano Operativo (onda di piena alla sezione di chiusura del bacino del Fosso Ai Molini e non in corrispondenza della sezione 24) e non avendo a disposizione i modelli 2D di simulazione, si ritiene ragionevole considerare un coefficiente di sicurezza dell'analisi f_x pari a 2.0 determinando così un nuovo valore di portata dell'evento alluvionale che interessa l'area in esame pari a 1.44 m³/s.

La capacità di smaltimento degli scatolari idraulici si può calcolare sempre con la precedente formula di Gauckler-Strickler considerando una pendenza di posa degli stessi pari al 2%, un valore di scabrezza tipico del calcestruzzo ($K_s=70 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$) e un tirante idrico che tenga in considerazione 20 cm di franco di sicurezza.

Sezione scatolare idraulico 80x80cm			Sezione scatolare idraulico 60x80cm		
Coeff. di Gauckler-Strickler	Ks=	70.0 m^{1/3}·s⁻¹	Coeff. di Gauckler-Strickler	Ks=	70.0 m^{1/3}·s⁻¹
Tirante	y=	0.60 m	Tirante	y=	0.40 m
Base	b=	0.80 m	Base	b=	0.80 m
Angolo	a ₁ =	90.00 °	Angolo	a ₁ =	90.00 °
Angolo	a ₂ =	90.00 °	Angolo	a ₂ =	90.00 °
Area sezione liquida	A=	0.4800 m²	Area sezione liquida	A=	0.3200 m²
Perimetro bagnato	P=	2.00 m	Perimetro bagnato	P=	1.60 m
Raggio idraulico	Rh=	0.2400 m	Raggio idraulico	Rh=	0.2000 m
Pendenza	i=	2.0%	Pendenza	i=	2.0%
Velocità	v=	3.82 m/s	Velocità	v=	3.39 m/s
Portata	P=	1.84 m³/s	Portata	P=	1.08 m³/s

Figura 3-2: Calcolo della capacità di smaltimento dello scatolare idraulico 80x80cm (a sinistra) e 60x80cm (a destra)

Si ottiene che nel complesso i tre scatolari sono in grado di smaltire una portata di 4 m³/s (1.84 m³/s + 1.08 m³/s + 1.08 m³/s) nettamente superiore rispetto a quella generata dall'evento alluvionale (1.44 m³/s), dunque **il sistema di scatolari garantisce la trasparenza idraulica del rilevato stradale.**

4 INDIVIDUAZIONE DELLE OPERE PER IL NON AGGRAVIO DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO NELLE ALTRE AREE

L'area interessata dal battente idrico in caso di evento di piena con tempo di ritorno 200 anni è delimitata ad ovest dalla Via Vecchia Aurelia, collocata a quota media 19.30 m s.l.m., che di fatto svolge la funzione di barriera idraulica verso la porzione ovest dell'abitato di Donoratico. Inoltre sul confine est del distributore Q8 è presente un muro in pietra di altezza pari a circa 1.50 m che funge da protezione rispetto al battente idrico che si può instaurare ad est, ovvero nell'area dove attualmente è presente un uliveto (Figura 4-1). Anche l'esercizio commerciale (carrozzeria) collocato lungo la Via Vecchia Aurelia appena più a sud presenta un muro di protezione in calcestruzzo di altezza pari a circa 2.0 m che impedisce al battente idraulico di interessare la proprietà privata.

Le discontinuità sopra descritte sono state prese in considerazione anche nell'analisi idraulica condotta in relazione al Piano Operativo in quanto le proprietà private e la Via Vecchia Aurelia nell'area in esame non risultano essere interessate dalla piena di progetto.



Figura 4-1: Immagine del muro in pietra collocato al confine tra la proprietà del distributore Q8 e l'area verde (uliveto). Google Maps, Street View



Figura 4-2: Immagine del muro in cls collocato al confine tra la proprietà della carrozzeria e l'area a verde. Google Maps, Street View

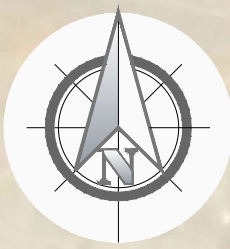
Infine la porzione est dell'area di lottizzazione analizzata nel Piano Attuativo presenta una quota di terreno esistente maggiore rispetto alla quota di battente idraulico per un evento con tempo di ritorno pari a 200 anni risultando di fatto esente dal fenomeno alluvionale.

Con l'analisi esposta al paragrafo precedente è stato dimostrato che la portata d'acqua che investe l'uliveto è in grado di transitare attraverso gli scatolari idraulici dunque di fatto si pone in continuità idraulica l'area a nord della nuova viabilità con l'area a sud garantendo le stesse condizioni di esondazione attuali.

Si può dunque concludere che le opere di urbanizzazione previste nel Piano Attuativo non comportano aggravio di condizioni di rischio in quanto le proprietà private sono già provviste di idonee misure di sicurezza da eventi alluvionali, mentre per le opere in progetto è garantito il non interessamento della piattaforma stradale dal battente idrico duecentennale e la trasparenza idraulica del rilevato stradale. E' dunque rispettato quanto previsto dall'at. 13 comma 2 della L.R. 41/2018 e non è necessaria l'individuazione di opere che non comportino il non aggravio di rischio in altre aree.

5 ALLEGATO I – TIRANTI PER EVENTO CON TR 200 ANNI

La seguente mappa riporta i valori dei tiranti idraulici che si instaurano all'interno dell'area di lottizzazione analizzata nel Piano Attuativo ottenuta eseguendo una semplice differenza tra la quota 18.60 m s.l.m. e le quote del terreno esistente ricavate dal Rilievo Lidar del Geoportale del Ministero dell'Ambiente.



BATTENTE IDRICO
(differenza tra Qt.18.60m.s.l.m. e terreno esistente)

DATI QUOTA SUPERFICIE

Numero	Ricoprimento	Colore
1	0.000	
2	0.100	
3	0.200	
4	0.300	
5	0.400	
6	0.500	
7	0.600	
8	0.700	
9	0.800	
10	0.900	
11	1.000	
12	1.100	
13	1.200	
14	1.300	
15	1.400	

AREA PIANO ATTUATIVO

