

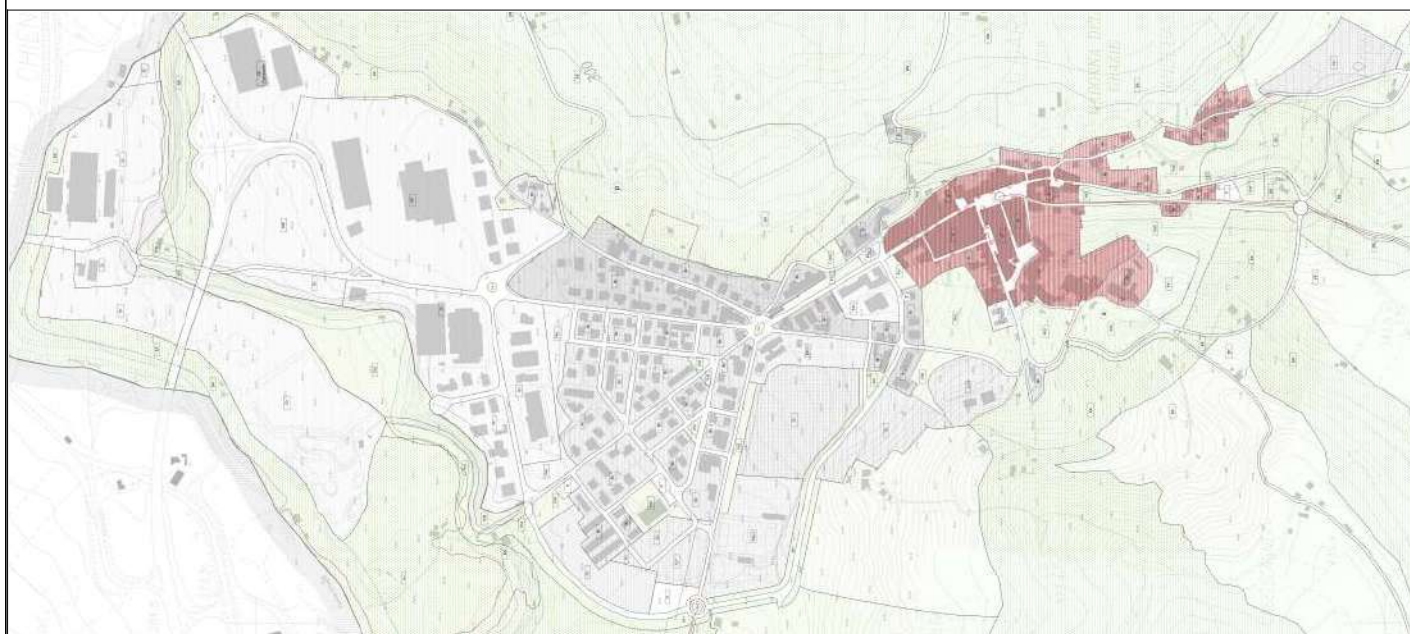


COMUNE DI CALDAROLA

PROVINCIA DI MACERATA

PIANO REGOLATORE GENERALE VARIANTE 1

(L.R. 34/1992 E S.M.I. - L.R. 25/2017 E S.M.I.)



RELAZIONE GEOLOGICA
INTERSEZIONE TRA VIA LUNGARA DEL
RIO E VIA LAGO FG. 2 P.LLA 171

TAV. E2

GRUPPO DI
PROGETTAZIONE:

Ing. Andrea Spinaci
Arch. Deborah Re
Ing. Alex Grassi
Arch. Cinzia Caprodossi

CONFERENZA SERVIZI

ADOZIONE

APPROVAZIONE DEFINITIVA

INDICE

1.	PREMESSA.....	2
1	COMPATIBILITÀ IDRAULICA (L.R. 22/2011).....	4
1.1.	Verifica preliminare.....	4
1.1.1	Individuazione del reticolo idrografico	4
1.1.2	Analisi storico bibliografica	5
1.2.	Verifica semplificata	9
1.1.3	Morfologia del bacino imbrifero - Ubicazione dell'area di interesse.....	9
1.1.4	Altezza media	9
1.1.5	Tempi di Corrivazione	9
1.1.6	Pioggia attesa.....	11
1.1.7	Portate al colmo di piena	13
1.1.8	Verifica	14
2	INVARIANZA IDRAULICA	16
3	CONCLUSIONI:	17

COMUNE DI CALDAROLA



VARIANTE 1 AL PIANO REGOLATORE GENERALE AREA COMPRESA TRA VIA LUNGARA RIO E VIA LAGO COMUNE DI CALDAROLA (MC)

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

1. PREMESSA

Il presente studio è finalizzato a fornire la documentazione necessaria alla valutazione della idoneità, da un punto di vista idraulico, alla trasformazione urbanistica in variante al PRG vigente dell'area sita in via Lago nel Comune di Caldarola, indicata nella sottostante Figura 1.

La presente relazione di compatibilità idraulica viene effettuata relativamente all'area oggetto della variante in base alla Legge Regionale n.22 del Nov. 2011. In particolare si sono seguiti i criteri di verifica indicati all'art. 10 della sopracitata legge ed esplicitati nella DGR n. 53 del 27/01/2014 mediante la Verifica Preliminare e semplificata con sviluppo dell'analisi storico bibliografica e geomorfologica, ritenendo, come meglio specificato in seguito, tale livello di verifica sufficiente a definire la compatibilità idraulica dell'area.

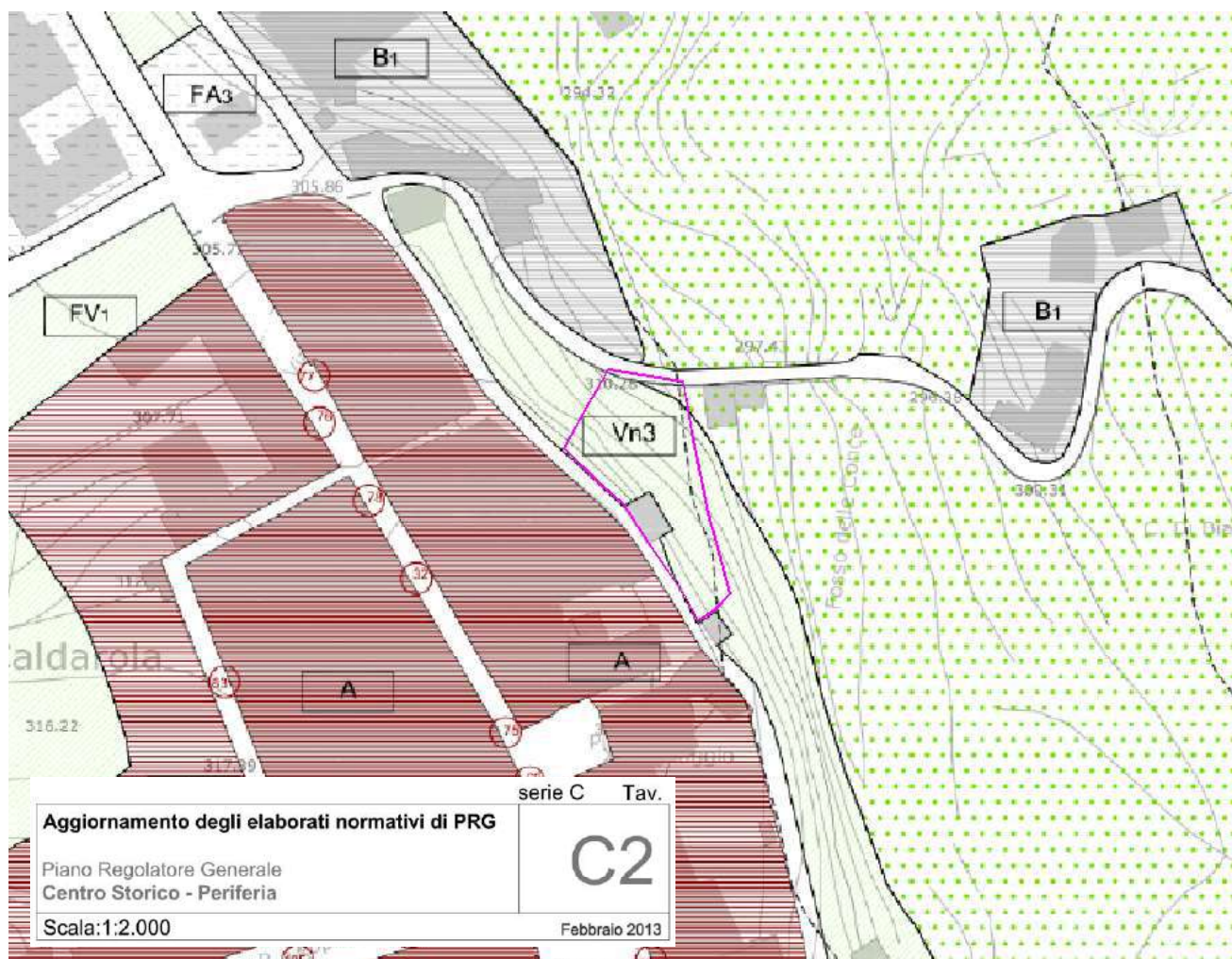


FIGURA 1: STRALCIO DELLA ZONIZZAZIONE DEL TERRITORIO COMUNALE DI CALDAROLA. L'AREA IN VARIANTE È INDICATA IN MAGENTA.

In particolare l'area oggetto della variante è stata sottoposta a verifica di compatibilità idraulica in quanto, ai sensi del paragrafo 2.2 dell'art. 10 della L. R. sopra indicata, la stessa area è soggetta a variante urbanistica che introduce un aumento della capacità edificatoria.

L'area è soggetta a Verifica Preliminare in quanto ai sensi del paragrafo 2.4.1 dell'art. 10 della L. R. sopra indicata, ha le seguenti caratteristiche:

- l'area ricade all'interno del bacino idrografico del f. delle Conce;
- l'area ha una estensione complessiva inferiore a 2 ha;
- per il fosso menzionato non sono state individuate criticità in studi di programmazione comunali o sovracomunali
- per il corso d'acqua menzionato non si ha memoria di eventi di esondazione o allagamento.

1 COMPATIBILITÀ IDRAULICA (L.R. 22/2011)

1.1. VERIFICA PRELIMINARE

1.1.1 INDIVIDUAZIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO

Il reticolo idrografico prossimo alle aree in variante, oggetto della presente verifica di compatibilità, è stato individuato a partire dalla cartografia tecnica regionale in scala 1:10.000.

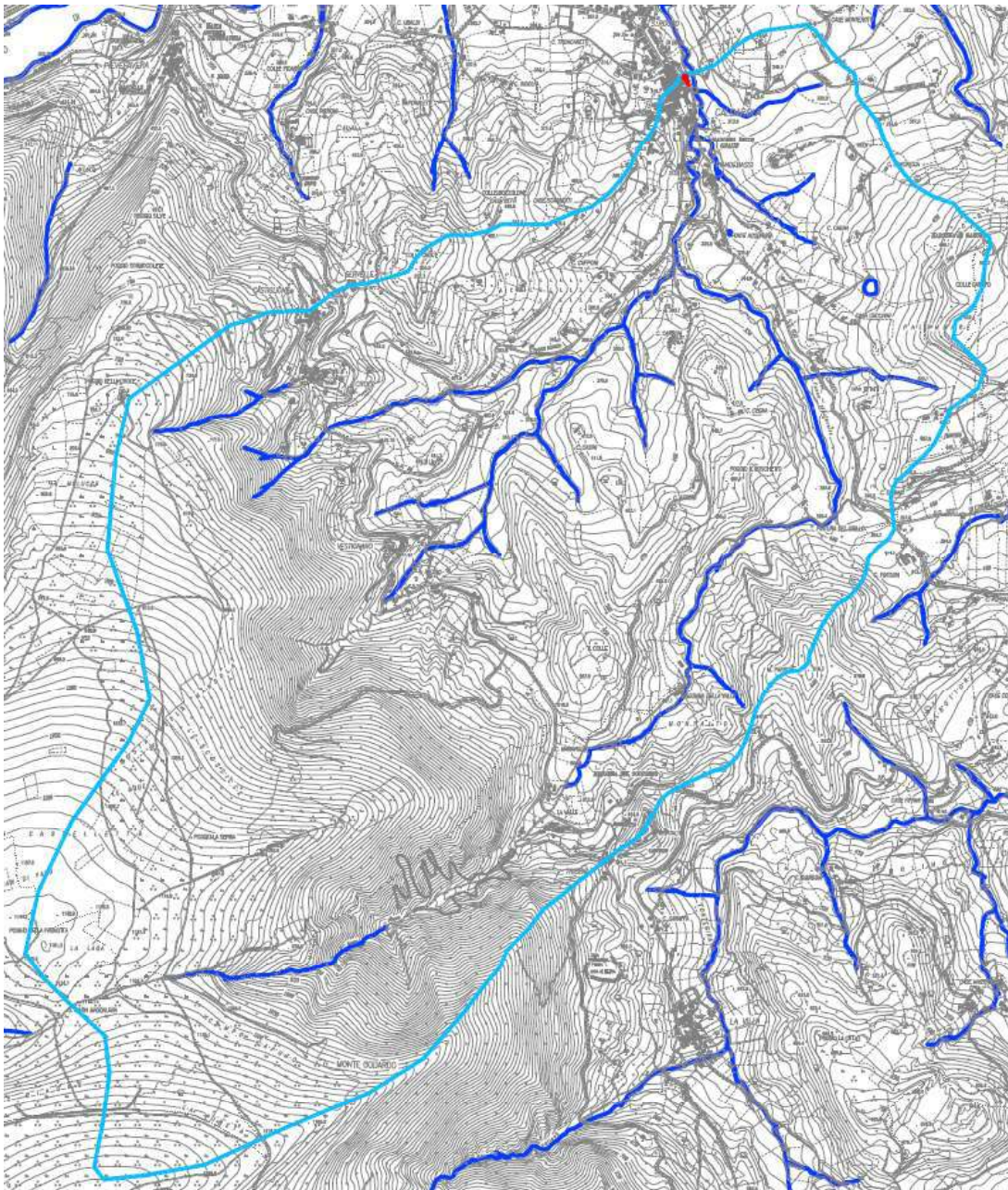


FIGURA 2 - RETICOLO IDROGRAFICO NEL COMUNE DI CALDAROLA IN PROSSIMITÀ DELL'AREA IN VARIANTE (IN ROSSO) – CARTOGRAFIA CTR SCALA 1:10.000 , REGIONE MARCHE. IN AZZURRO È INDICATO IL BACINO IDROGRAFICO DEL F. DELLE CONCE CHIUSO ALLA SEZIONE DI VIA LAGO

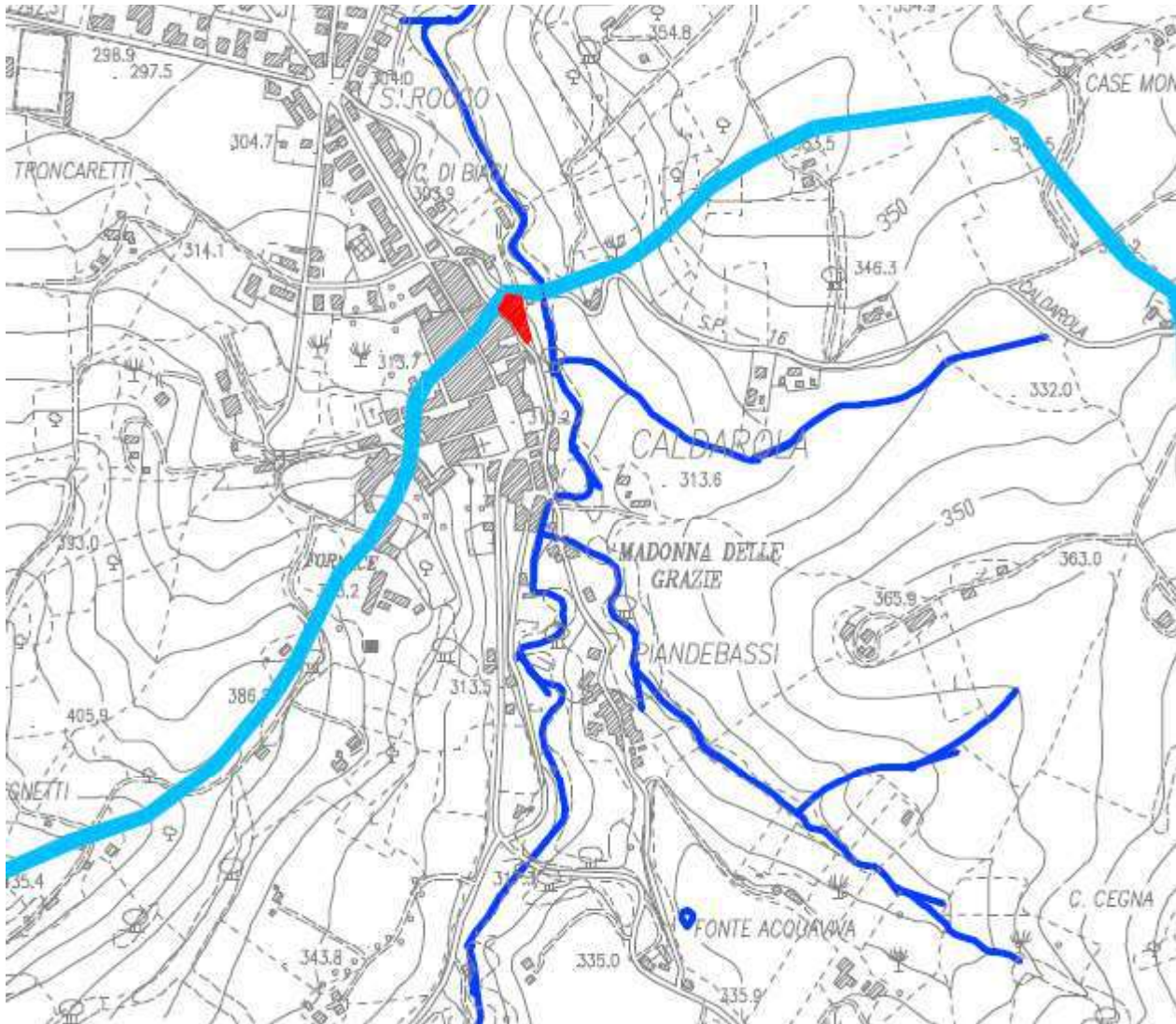


FIGURA 3: PARTICOLARE DEL TRATTO TERMINALE DEL BACINO IDROGRAFICO DEL F. DELLE CONCE (AZZURRO) CHIUSO ALLA SEZIONE DI VIA LAGO IN PROSSIMITÀ DELL'AREA IN VARIANTE (ROSSO).

1.1.2 ANALISI STORICO BIBLIOGRAFICA

PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO - PAI

Il Pai non prende in considerazione il bacino del f. delle Conce ovvero del fosso maggiormente prossimo all'area in variante (vedi Figura 3). Per determinare la potenziale criticità dei fossi maggiormente prossimi all'area in variante, si è fatto riferimento allo studio del PRG comunale e alla banca dati del progetto AVI (Aree Vulnerate Italiane). Per l'area in esame, inoltre, non sono stati rilevati fenomeni di esondazione documentati nei Rapporti di Evento allegati agli Annali



Il progetto AVI costituisce sostanzialmente una banca dati delle aree storicamente vulnerate da calamità geologiche (frane) ed idrauliche (piene). Per quanto attiene al comune di Caldarola, il progetto censisce 2 eventi di piena nel 1952 e nel 1948, riguardanti il F. Chienti. Per entrambi gli eventi si cita tra gli altri il comune di Caldarola senza indicazione di località precise. Il rapporto Avi per i due eventi non cita neppure il fosso delle Conce (rio Vestignano) escludendo pertanto che l'area in variante ed in generale il capoluogo comunale sia mai stata colpita da eventi alluvionali.

Codice evento PROGETTO AVI	data	Corsi d'acqua interessati dall'evento	Località alluvionate	Loc. nel comune di Caldarola
100106	30/12/1951	F. Chienti e Potenza	Belforte del Chienti Valcimarra, Fiastra Fiuminata Spindoli - San Leonardo, Muccia, Serravalle di Chienti	Non definite
210036	2/8/1948	Evento meteoroclimatico in ambiente collinare	Caldarola	Non definite

TABELLA 1: EVENTI DI PIENA CON RELATIVE FENOMENI DI ESONDAZIONE CENSITI DAL PROGETTO AVI E RELATIVI AL COMUNE DI CALDAROLA.

PRG COMUNALE

In base a notizie raccolte presso gli abitanti in loco e da verifiche effettuate sugli studi di pianificazione a supporto del PRG comunale, l'area oggetto di variante non risulta essere mai stata interessata da eventi di esondazione.

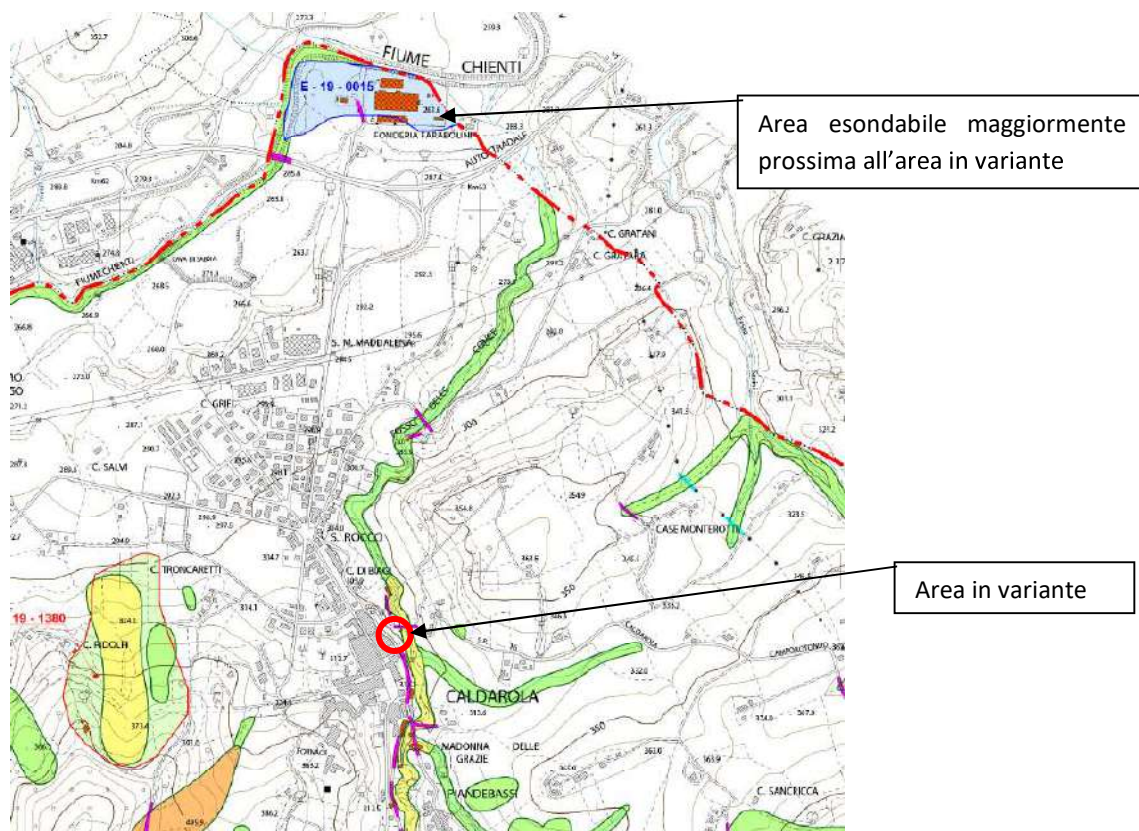


FIGURA 5: STRALCIO DELLA CARTA DEL RISCHIO ALLEGATA AL PRG COMUNALE (04.G)

La carta geomorfologica allegata al PRG non indica presenza di potenziali fenomeni di esondazione nell'ambito comunale. Solo in prossimità del F. Chienti, ovvero in aree molto lontane dall'area in

variante, la carta di pericolosità e del rischio in adeguamento al PAI indica un'area di possibile esondazione (vedi Figura 5) coincidente con l'area PAI "E-19-0015"

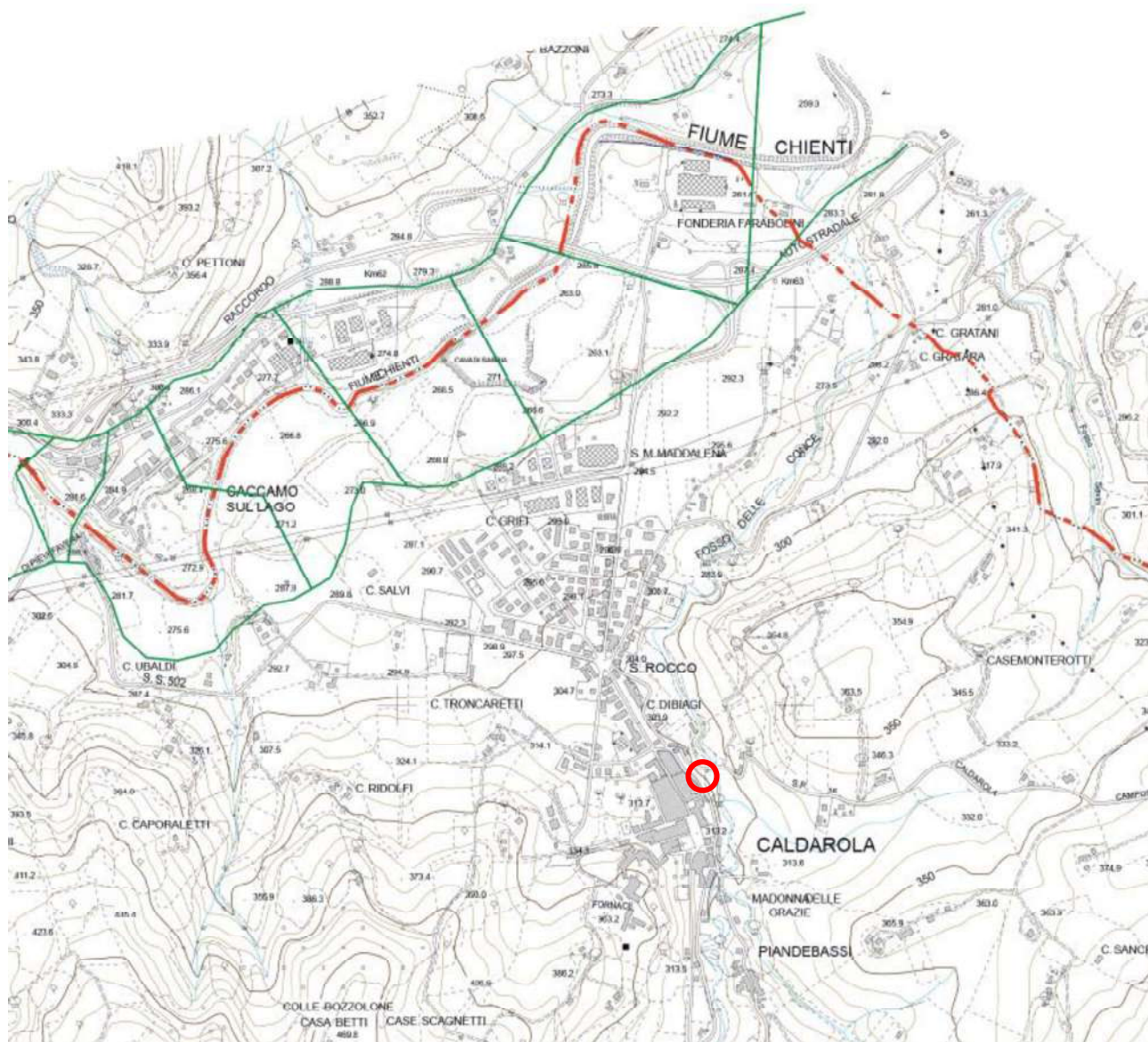


FIGURA 6: SCENARIO DI ESONDAZIONE (PERIMETRO VERDE9) PER ROTTURA DELLO SBARRAMENTO ARTIFICIALE DEL LAGO DI CACCAMO. L'AREA IN VARIANTE È INDICATA CON CERCHIO ROSSO.

Lo scenario critico di rottura della diga artificiale presente nel lago di Caccamo è stato preso in considerazione dallo strumento urbanistico comunale (vedi Figura 6) definendo un perimetro di potenziale esondazione sempre connesso alla pianura alluvionale del F. Chienti e dunque privo di rapporti significativi con il fosso delle Conce e con l'area in variante in particolare.

1.2. VERIFICA SEMPLIFICATA

Ai sensi della DGR 53/2014, poiché il fosso delle Conce risulta essere un fosso demaniale, si procede alla verifica di compatibilità semplificata individuando la fascia di pertinenza fluviale dello stesso fosso in prossimità dell'area in variante, attraverso una stima delle portate al colmo di piena con TR30 e TR100. Tali portate, nell'ottica della verifica di compatibilità idraulica semplificata, vengono utilizzate come riferimento iniziale idoneo a modellare geomorfologicamente l'onda di piena nelle sezioni d'alveo prossime all'area in variante.

1.1.3 MORFOLOGIA DEL BACINO IMBRIFERO - UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERESSE

La zona oggetto della presente verifica è ricompresa nel bacino idrografico del fosso Conce (o Rio Vestignano), che confluisce nel f. Chienti a valle di Caldarola. Il bacino idrografico del fosso menzionato è relativamente piccolo e delimitato verso monte dal M. Fiegni (circa 1300 m slm). Il bacino idrografico indicato, sotteso alla sezione di interesse (sezione di via Lago - vedi Figura 2) ha una superficie di 15 kmq.

La lunghezza dell'asta principale interrotta alla sezione di chiusura è stata calcolata utilizzando programmi con grafica vettoriale tipo C.A.D. Essa risulta essere pari a ca 7,5 km

1.1.4 ALTEZZA MEDIA

L'altezza media del bacino, chiusi alle sezioni di interesse è pari a circa 550 m

1.1.5 TEMPI DI CORRIVAZIONE

Il tempo di corrivazione idraulicamente rappresenta il tempo massimo che una particella d'acqua impiega per giungere alla sezione di chiusura, ed è fondamentale per l'interpretazione e la quantificazione dei processi di deflusso di piena da un dato bacino.

Il valore del Tempo di corrivazione t_c (ore) è stato ottenuto confrontando tra di loro vari metodi presenti in letteratura che possono essere considerati adatti alle caratteristiche morfologiche del bacino in esame.

In particolare si sono utilizzate le seguenti formule:

GIANDOTTI:
$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1,6 \cdot L}{0,8 \cdot \sqrt{H}}$$

VENTURA:
$$t_c = 0,1272 \sqrt{\frac{S}{i}}$$

VIPARELLI:
$$t_c = \frac{L}{3,6 \cdot V}$$

PEZZOLI:
$$t_c = \frac{0,053 \cdot L}{\sqrt{i}}$$

PASINI:
$$t_c = \frac{0,108}{\sqrt{i}} (S \cdot L)^{1/3}$$

Dove:

	Parametri morfometrici del bacino	unità di misura	valore
S	superficie del bacino	kmq	15
L	lunghezza dell'asta principale	km	7,5
H	altezza media del bacino	m	550
i	pendenza media dell'asta principale	%	0,100
V	velocità media scorrimento superficiale	m/sec	1,5
Hm	altezza massima del bacino	m	1300
h	altezza del bacino alla sezione di chiusura	m	292

tempo di corrivazione (metodo)	t_c (ore)
Giandotti	1,47
Ventura	1,56
Viparelli	1,39
Pezzoli	1,30
Pasini	1,65
valore medio t_c (ore)	1,47

Il tempo di corrivazione t_c (ore) del bacino imbrifero del fosso in esame chiuso alla sezione di interesse, appare variabile in funzione della metodologia di calcolo utilizzata. Nella verifica è stato utilizzato il valore medio tra i metodi presi in esame. Esso è **pari a ca. 1,47 ore** e coincide con il t_c derivato dal metodo di Giandotti.

1.1.6 PIOGGIA ATTESA

Per quanto riguarda la *pioggia attesa* ci si è riferiti ad elaborazioni statistiche dei dati degli annali idrografici relative alla stazione pluviometrica di Tolentino (vedi Tabella 2) che per posizione e continuità nel tempo dei dati pluviometrici può essere ritenuta ben rappresentativa delle condizioni meteorologiche del bacino in esame. Inoltre, tenuto conto della limitata estensione del bacino idrografico dei fossi in esame non è stato applicato alcun fattore di ragguglio areale.

Stazione di Tolentino 224 m.s.l.m.

anno	precip. 1 ora (mm)	precip. 3 ore (mm)	precip. 6 ore (mm)	precip. 12 ore (mm)	precip. 24 ore (mm)
1955	27,8	33,6	36,6	63,8	77,6
1956	16,8	22,0	22,0	31,0	43,2
1957	33,0	43,2	43,2	43,8	51,8
1958	10,4	16,0	26,2	33,8	45,6
1959	20,2	22,6	28,0	28,2	39,0
1960	18,0	18,2	34,0	60,2	98,2
1964	49,6	67,2	70,4	71,2	74,0
1965	34,4	45,4	47,8	48,8	59,4
1966	34,6	34,6	36,2	39,6	45,6
1967	37,8	43,6	43,6	43,6	48,4
1969	30,0	34,2	34,2	40,0	45,5
1970	25,8	30,8	31,4	31,4	32,4
1972	24,4	25,4	25,4	34,6	44,2
1973	38,2	50,6	52,2	66,0	113,4
1974	23,0	24,0	27,0	30,0	51,6
1975	40,4	41,0	41,0	41,0	41,0
1976	39,0	41,6	41,6	43,0	69,0
1977	25,0	26,8	30,0	37,0	44,2
1980	12,2	17,0	30,2	53,2	73,2
1981	26,8	26,8	26,8	28,8	34,2
1982	32,0	42,0	62,0	79,0	94,6
1983	40,0	50,6	50,6	51,2	51,2
1984	30,0	36,6	49,6	52,8	55,8
1988	25,2	36,6	53,2	74,8	78,8
1989	38,4	48,8	51,2	60,0	69,4
1990	18,4	32,4	37,6	58,8	79,6
1991	23,0	36,2	69,2	83,0	87,4
1992	9,0	15,6	21,2	40,4	57,0
1993	10,8	17,2	29,0	42,8	62,2
1994	28,4	34,0	34,0	49,0	62,8
1995	32,8	34,4	36,6	38,8	57,0
1996	33,4	48,2	50,4	58,8	61,0
1997	17,8	34,4	55,2	77,2	116,6
1998	10,8	21,2	37,4	74,2	96,8
1999	36,4	38,2	50,4	82,8	105,2
2000	24,2	32,8	50,8	60,4	60,4
2001	11,8	20,0	24,8	36,4	43,2
2002	17,4	23,0	37,6	53,2	69,8
2003	18,0	29,2	47,2	60,0	60,0
2004	15,8	24,0	28,6	30,8	34,4
2005	20,2	32,8	45,0	49,0	49,0
2006	21,4	27,8	32,8	38,0	39,0
2007	26,2	34,0	34,4	34,8	36,8
2008	15,2	25,4	38,0	56,2	71,6

TABELLA 2- PRECIPITAZIONI DI MASSIMA INTENSITÀ CON DURATA DI 1, 3, 6, 12 E 24 ORE REGISTRATE ALLA STAZIONE METEOROLOGICA DI TOLENTINO

Sono così stati stimati i parametri a ed n delle curve di possibilità climatiche secondo la nota formulazione: $h = a \cdot t_c^n$ con tempo di ritorno pari a 30 e 100 anni.

Tempo di ritorno di 30 anni			
n	log(a)	a	r
0,266	1,646	44,30	0,983

$$h = a \cdot t^n$$

Tempo di ritorno di 30 anni dati per il grafico	
t (ore)	h (mm)
1	44,303
2	53,266
3	59,327
4	64,041
5	67,954
6	71,328
7	74,311
8	76,996
9	79,445
10	81,701
11	83,797
12	85,757
13	87,601
14	89,344
15	90,997
16	92,572
17	94,076
18	95,516
19	96,898
20	98,228
21	99,510
22	100,748
23	101,946
24	103,105

Tempo di ritorno di 100 anni			
n	log(a)	a	r
0,262	1,722	52,76	0,978

$$h = a \cdot t^n$$

Tempo di ritorno di 100 anni dati per il grafico	
t (ore)	h (mm)
1	52,760
2	63,284
3	70,388
4	75,907
5	80,484
6	84,428
7	87,913
8	91,048
9	93,906
10	96,538
11	98,983
12	101,269
13	103,418
14	105,449
15	107,375
16	109,209
17	110,960
18	112,637
19	114,246
20	115,794
21	117,286
22	118,726
23	120,119
24	121,468

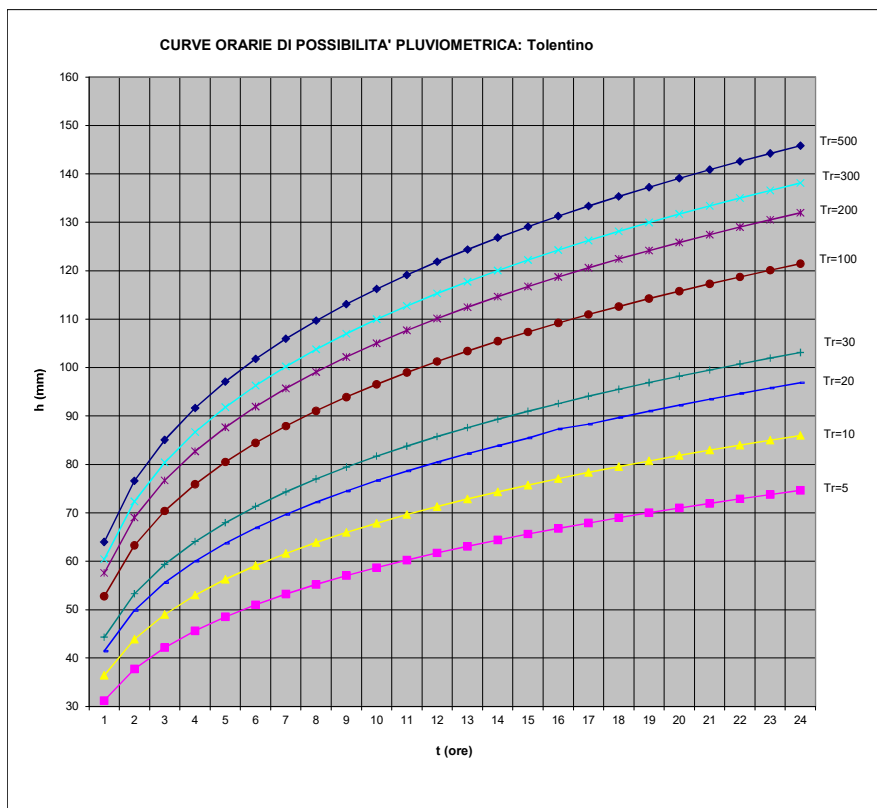


FIGURA 7- CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA PER VARI TEMPI DI RITORNO

Sulla base di tali elaborazioni è stato possibile determinare un'altezza di pioggia, riferita ai tempi di corrivazione, come sopra determinati:

fosso conce	altezza di pioggia (mm)
TR 30	49.0
TR 100	58.4

1.1.7 PORTATE AL COLMO DI PIENA

Per la determinazione della *portata di piena* alla sezione di chiusura, si è fatto riferimento alla formulazione del metodo razionale:

$$Q_{\max} (\text{mc / s}) = 0.278 \cdot \frac{k_f \cdot c_a \cdot h \cdot A}{\tau_c}$$

Con

k_f : fattore di frequenza funzione del tempo di ritorno (1.23-1.50);

c_a : coefficiente di afflusso, variabile da 0 a 1 in funzione della permeabilità superficiale del bacino. Tale fattore c_a è stato stimato con il metodo di Chow et alii (1988) sulla base delle informazioni contenute nel modello idrogeologico del bacino, dell'uso del suolo, e della pendenza dello stesso.

Nello specifico, si è assunto un valore di c_a pari a 0,40 determinato dal reale rapporto tra le superfici a vario grado di pendenza ed uso del suolo.

I risultati delle elaborazioni idrologiche effettuate sono di seguito riportate:

fosso conce	Portata massima attesa Qmax (mc/s)
TR 30	73.9
TR 100	97.4

1.1.8 VERIFICA

Il modello afflussi – deflussi elaborato permette di verificare l'adeguatezza della sezione d'alveo del fosso esaminato in prossimità delle aree in variante.

Per la definizione della velocità di deflusso "V" in condizioni di massima piena (con tempi di ritorno di 100 anni) si è utilizzata la formula di Manning:

$$V(m/s) = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Dove:

n = coefficiente di Manning (funzione della scabrezza dell'alveo e delle aree limitrofe)

R = raggio idraulico

I = pendenza d'alveo

La sezione maggiormente critica prossima all'area in variante costituita dall'attraversamento di via lago (vedi Figura 8) evidenzia una luce adeguata al passaggio della portata al colmo con TR 100 anni, tempo di ritorno stabilito dalla DGR 54/2014 per valutare la fascia di pericolosità idraulica per bacini inferiori a 25 kmq come quello in esame.

La verifica in moto uniforme, stante le caratteristiche di pendenza del tratto del fosso in esame (circa 0,01) e stante le condizioni di scabrezza dello stesso (coefficiente di Manning pari a 0,035 per i corsi con sponde e fondo inerbito) evidenzia la necessità di una sezione libera come di seguito specificata al fine di contenere l'onda di piena con Tr 100 calcolata:

Sezione libera necessaria	25 mq
Sezione libera esistente	27 mq

f. Sant'Angelo: VERIFICHE TR 100 - SEZIONE via Lago			
verifica della sezione d'alveo nello stato ATTUALE			
Calcolo della Velocità di deflusso al colmo di piena			
R	Raggio Idraulico ($=A/P$)	m	1,53
I	Pendenza d'alveo	-	0,010
n	Coefficiente di Manning (Scabrezza)	-	0,035
V	Velocità (formula di Manning)	m/s	3,80
Calcolo dell'area necessaria al deflusso della piena con TR 100			
Q	Portata al como per TR 100 anni	mc/s	97,4
a	Area necessaria al deflusso della piena ($=Q/V$)	mq	25,6
CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE BAGNATA con portata al colmo di piena duecentennale			
A	AREA della sezione bagnata	mq	27,00
P	Perimetro Bagnato	m	17,60

TABELLA 3 - VERIFICA DELLA SEZIONE D'ALVEO RILEVATA ALLO STATO ATTUALE: IL VALORE A (EVIDENZIATO IN GIALLO) È L'AREA EFFETTIVAMENTE DISPONIBILE AL DEFLUSSO DI PIENA, MENTRE IL VALORE "A" (IN GRASSETTO) È L'AREA MINIMA NECESSARIA AL DEFLUSSO STESSO.

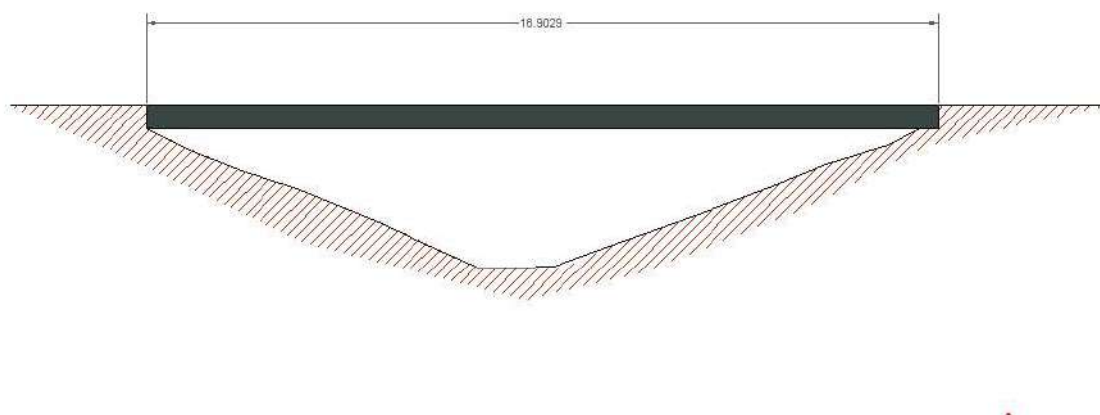


FIGURA 8 - SEZIONI D'ALVEO DEL FOSSO DELLE CONCE IN CORRISPONDENZA DI VIA LAGO. VERIFICATA CON PORTATA AL COLMO DI PIENA CON TR 100 ANNI, IN MOTO UNIFORME

In base a tali considerazioni è possibile affermare che l'onda di piena con TR 100 relativa al f. delle Conce possa transitare nei pressi dell'area oggetto di variante senza criticità significative, entro le sezioni d'alveo esistenti.

Va inoltre ricordato che l'area in esame, nella sua porzione più bassa, è posta a circa +4 m rispetto alla sponda d'alveo del fosso verificato, aggiungendo dunque un ulteriore elemento di sicurezza.

In funzione delle verifiche e considerazioni effettuate, in condizioni di manutenzione ordinaria del fosso delle Conce, è possibile affermare che le trasformazioni urbanistiche previste per l'area in esame sono idraulicamente compatibili con la realtà geomorfologica del sito.

Infatti, in base alla DGR 54/2014, è possibile escludere la presenza di aree a pericolosità idraulica al di fuori dell'alveo del fosso stesso ed in particolare interferenti con le aree in variante.

2 INVARIANZA IDRAULICA

In accordo con il titolo III, paragrafo 3.4, capoverso VIII della DGR 53/14, trovandoci in sede di "variazione dello strumento urbanistico territoriale" e dunque non avendo ancora a disposizione un progetto definitivo degli interventi, si è effettuata una valutazione preliminare sull'area in esame delle misure relative al perseguimento dell'invarianza idraulica, rimandando la loro definizione puntuale alle fasi pianificatorie successive.

In particolare in tale sede si evidenzia che il nuovo edificio residenziale da realizzare avendo uno sviluppo planimetrico di circa 110 mq è del tutto simile a quello esistente demolito (circa 90 mq).

In tal senso la nuova impermeabilizzazione delle superfici in variante eccederà quella esistente (edificio demolito nel cui sedime è previsto il ripristino di superfici permeabili naturali) di poche decine di mq (circa 30) definendo trascurabile l'impermeabilizzazione potenziale dell'area. In particolare, essendo tale impermeabilizzazione potenziale inferiore ai 100 mq, in base al punto "a" del paragrafo 3.4 della DGR 53/14, non sono necessari volumi di laminazione al fine del perseguimento dell'invarianza idraulica.

3 CONCLUSIONI:

Il presente studio è stato realizzato con lo scopo di verificare la compatibilità idraulica della trasformazione urbanistica indicata in premessa. Questa è relativa ad un'area sita nel Comune di Caldarola in via Lago. In tale area (Figura 1) si intende delocalizzare un edificio residenziale demolito a seguito del sisma del 2016 in variante al PRG comunale.

La *verifica semplificata di compatibilità idraulica* effettuata ai sensi della L.R. 22/2011 ha escluso per l'area in variante interferenze con zone potenzialmente esondabili o di pertinenza fluviale, attestando pertanto, la compatibilità idraulica degli interventi in progetto e della variante urbanistica proposta.

In merito all'invarianza Idraulica, in tale fase preliminare di variante urbanistica, si è valutata una impermeabilizzazione potenziale inferiore a 100 mq e dunque in base alla DGR 53/14 citata, non sono necessari volumi di laminazione al fine del perseguimento dell'invarianza idraulica.

Li Ottobre 2020