



Comune di Pordenone

SETTORE IV  
GESTIONE TERRITORIO INFRASTRUTTURE AMBIENTE

SERVIZIO  
DIFESA DEL SUOLO-VERDE E PARCHI-PROTEZIONE CIVILE

U.O.S. VERDE E PARCHI

## PIANO INTEGRATO DI SVILUPPO URBANO SOSTENIBILE PORDENONE\_IN RETE

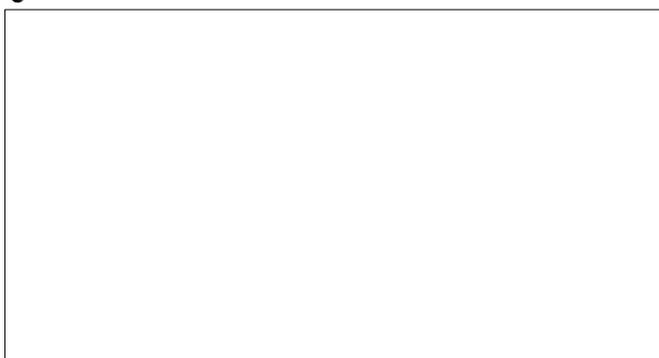
**Riqualificazione Urbana - Opere infrastrutturali - Arredo Urbano  
"Vie d'Acqua e di Terra" - CONNESSIONE DELLE AREE VERDI  
Percorso ciclopedonale dei parchi S.Valentino-S.Carlo-parco del Seminario  
1° TRATTO**

### PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

COORDINAMENTO  
dott.ssa Silvia Cigana

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
ing. Andrea Brusadin

GRUPPO DI PROGETTAZIONE  
ing. Andrea Brusadin  
geom. Christian Galasso  
geom. Federico Fornasari



Note per l'approvazione

### RELAZIONI

ELABORATO  
Relazione idrogeologica  
e idraulica

6.C

Rev.	Data	Descrizione della Revisione	Redatto	Verificato	Approvato
03					
02					
01					
00	Dicembre 2015	Prima emissione	FF	GLS	AB

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. DESCRIZIONE OPERE DI PROGETTO .....</b>	<b>2</b>
<b>3. INQUADRAMENTO NEL P.A.I.L. ....</b>	<b>3</b>
<b>4. ANALISI IDROLOGICA.....</b>	<b>5</b>
4.1. BACINO IDROGRAFICO DI RIFERIMENTO.....	5
4.2. CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA CON TR100 E 200 ANNI .....	7
4.2.1. Analisi di possibilità pluviometrica .....	7
4.2.2. Calcolo della portata di massima piena, metodo razionale .....	8
4.2.3. Calcolo della portata di massima piena, Metodo CN o SCS .....	11
4.2.4. Portate di progetto.....	14
<b>5. VERIFICHE IDRAULICHE.....</b>	<b>16</b>
5.1. VERIFICHE IN CONDIZIONI DI MASSIMA PIENA, PREMESSE DI CALCOLO .....	16
5.2. NUOVO ATTRAVERSAMENTO FRA V.LE LIBERTÀ E LAGHETTO S.CARLO.....	16
5.3. PROLUNGAMENTO TOMBINATURE ZONA MAGLIO-TOMADINI.....	20

## 1. PREMESSA

La seguente relazione idraulica riguarda il progetto definitivo-esecutivo delle opere relative all'opera *Riqualificazione Urbana - Opere infrastrutturali - Arredo Urbano "Vie d'Acqua e di Terra" – CONNESSIONE DELLE AREE VERDI Percorso ciclopedonale dei parchi S.Valentino-S.Carlo-parco del Seminario I° TRATTO.*

## 2. DESCRIZIONE OPERE DI PROGETTO

Con riferimento all'elaborato grafico *Tun-Planimetria e particolari delle opere idrauliche* allegato alla scrivente relazione, si descrivono di seguito le opere di progetto.

Trattasi della realizzazione di un nuovo percorso ciclopedonale di collegamento fra il Parco S.Carlo e Via S.Martiri Concordiesi rientrante nei progetti PISUS cofinanziati dalla Regione FVG tramite fondi Europei.

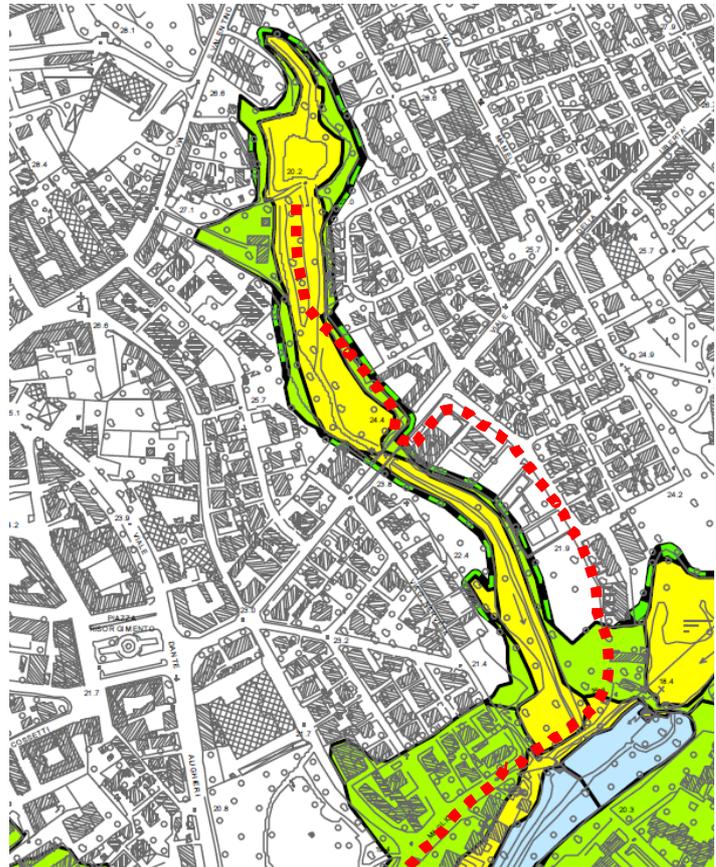
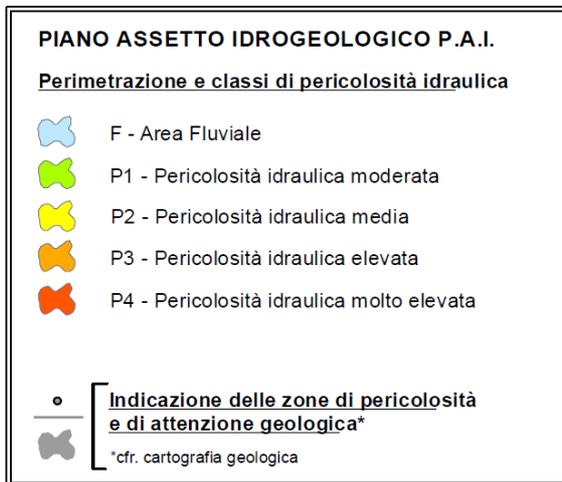
In particolare il percorso prevede la realizzazione delle seguenti opere idrauliche:

- Nodo 2 - nuovo attraversamento idraulico in corrispondenza della R. Vallona all'interno del Parco S.Carlo, mediante posa di tubazione prefabbricata rettangolare delle dimensioni interne pari a 400x200cm e larghezza complessiva 400cm, dotata di muri di testa in calcestruzzo armato rivestiti in pali di legno;
- Nodo 3 - Tratto di percorso in scarpata realizzato mediante riporto di terreno irrobustito con la tecnica delle terre armate; si precisa che il tratto in questione non interferisce con il deflusso delle acque di pertinenza della R.Vallona pertanto il riporto di terreno non compromette la sezione idraulica utile che resta invariata;
- Nodo 4 - prolungamento di n.2 attraversamenti tombinati di dimensioni pari a quelli esistenti ovvero dim.int. 250x150cm L=6m (R.Vallona) e 100x80cm L=8m (drenaggio sorgivo secondario non demaniale)

### 3. INQUADRAMENTO NEL P.A.I.L.

Con decreto segretariale n.5 dell' 11/02/2015 dell'Autorità di Bacino di Venezia è stato approvato l'aggiornamento alle perimetrazioni delle aree di pericolosità idraulica per il territorio comunale di Pordenone.

Si riportano di seguito nello specifico gli estratti planimetrici del PAIL in vigore con la sovrapposizione del percorso ciclopedonale di progetto.



#### — P2 : pericolosità media

1. Nelle aree classificate a pericolosità idraulica e geologica media P2, possono essere consentiti tutti gli interventi di cui alle aree P4 e P3.
2. L'attuazione delle previsioni e degli interventi degli strumenti urbanistici vigenti alla data di approvazione del P.A.I.L. (22 luglio 2011) è subordinata alla verifica da parte delle amministrazioni comunali della compatibilità con le situazioni di pericolosità evidenziate dal Piano e deve essere conforme alle disposizioni indicate dall'art. 8. Gli interventi dovranno essere realizzati secondo soluzioni costruttive funzionali a rendere compatibili i nuovi edifici con la specifica natura o tipologia di pericolo individuata.
3. Nelle aree classificate a pericolosità media P2 la pianificazione urbanistica e territoriale può prevedere:
  - a) nuove zone di espansione per infrastrutture stradali, ferroviarie e servizi che non prevedano la realizzazione di volumetrie edilizie, purché ne sia segnalata la condizione di pericolosità e tengano conto dei possibili livelli idrometrici conseguenti alla piena di riferimento;
  - b) nuove zone da destinare a parcheggi, solo se imposti dagli standard urbanistici, purché compatibili con le condizioni di pericolosità che devono essere segnalate;

c) piani di recupero e valorizzazione di complessi malghivi, stavoli e casere senza aumento di volumetria diversa dall'adeguamento igienico-sanitario e/o adeguamenti tecnico-costruttivi e di incremento dell'efficienza energetica, purché compatibili con la specifica natura o tipologia di pericolo individuata. Tali interventi sono ammessi esclusivamente per le aree a pericolosità geologica;

d) nuove zone su cui localizzare impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili, non diversamente localizzabili ovvero mancanti di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili, purché compatibili con le condizioni di pericolo riscontrate e che non provochino un peggioramento delle stesse.

– P1 : pericolosità moderata

1. La pianificazione urbanistica e territoriale disciplina l'uso del territorio, le nuove costruzioni, i mutamenti di destinazione d'uso, la realizzazione di nuove infrastrutture e gli interventi sul patrimonio edilizio esistente nel rispetto dei criteri e delle indicazioni generali del presente Piano conformandosi allo stesso.

Il percorso in questione è compatibile con le norme del PAIL in vigore stante il fatto che per le zone P4 è fra le altre consentita:

h) realizzazione o ampliamento di infrastrutture viarie, ferroviarie e di trasporto pubblico nonché di piste ciclopedonali, purché siano contestualmente attuati i necessari interventi di mitigazione della pericolosità o del rischio; in particolare gli interventi di realizzazione di nuove infrastrutture stradali devono anche essere coerenti alle previsioni del piano di protezione civile ove esistente; adeguamenti delle infrastrutture viarie esistenti sono ammissibili anche in deroga all'obbligo di contestuale realizzazione degli interventi di mitigazione solo nel caso in cui gli adeguamenti si rendano necessari per migliorare le condizioni di sicurezza della percorribilità delle stesse;

In particolare:

- Nel tratto A-C1: il percorso in questione sarà sempre e comunque accessibile anche durante i fenomeni di piena centenari del F.Noncello;
- Nel tratto C1-E: il percorso attraversa un'area cittadina soggetta da sempre ad allagamenti, per la quale il Piano Comunale delle emergenze prevede un protocollo di chiusura di viabilità principali e secondarie.

## 4. ANALISI IDROLOGICA

Per la verifica idraulica dei manufatti esistenti e di progetto è necessario valutare le portate medie e massime che transitano in prossimità delle sezioni di chiusura poste in prossimità delle opere di progetto.

### 4.1. Bacino idrografico di riferimento

Il Laghetto S.Carlo presenta due alimentazioni principali: la R. Vallona ed una canale secondario posto immediatamente più a ovest (punto **3** della corografia allegata) che drena alcune olle sorgive presenti nell'area verde del parco.

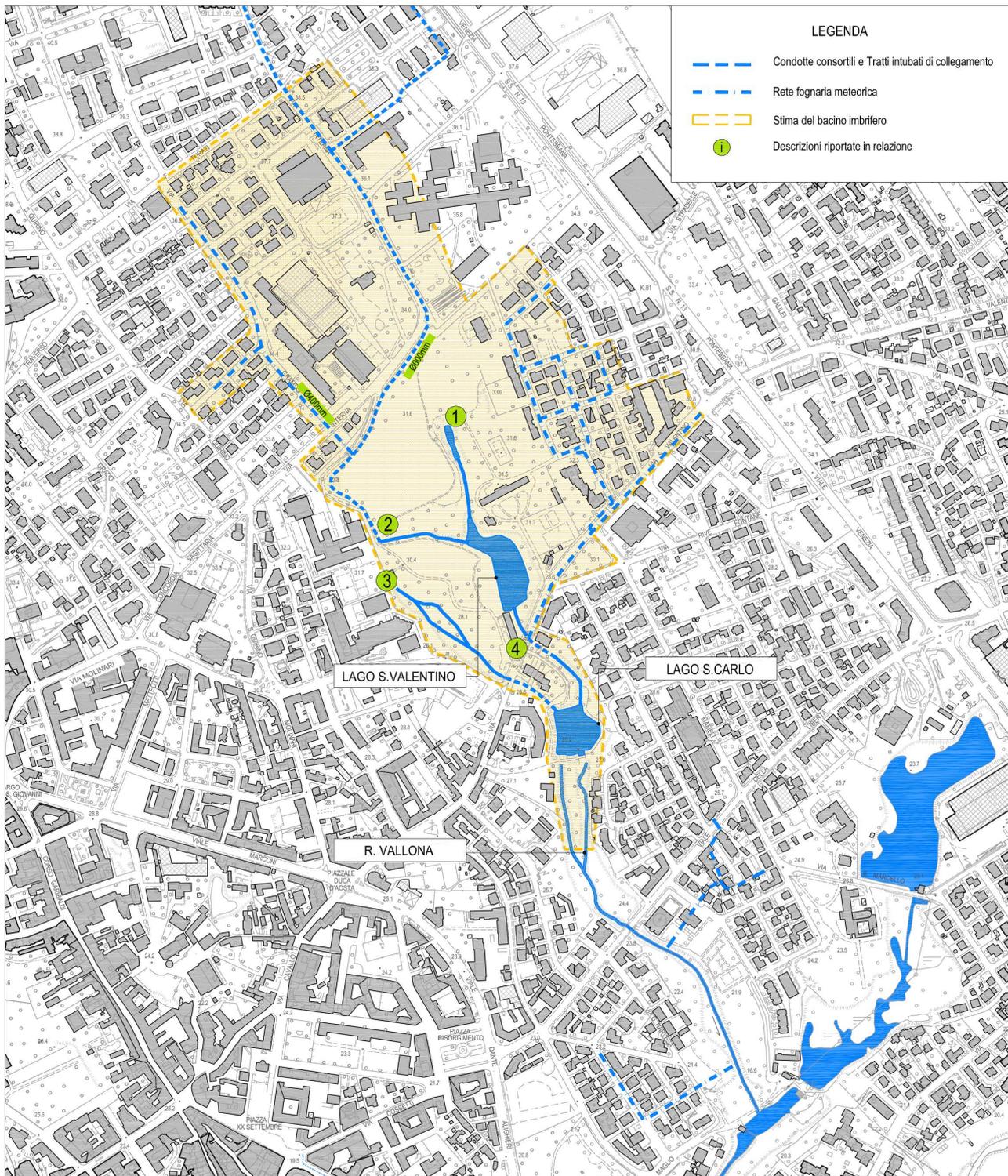
La R.Vallona, è iscritta nell'elenco delle acque pubbliche della provincia di Pordenone al n.58. La Roggia trae origine da alcune polle sorgive poste poco a monte del laghetto di S.Valentino (punto **1** della corografia allegata), dopo averlo alimentato prosegue oltrepassando Via S.Valentino con una condotta a volta (punto **4** della corografia allegata) fino al laghetto S.Carlo.

Superato lo sbarramento del lago, la roggia scorre lungo un'area verde frastagliata per la presenza di dossi boscosi. Vi è una straordinarietà fra l'incastro degli ambienti naturali e quelli plasmati dalle attività umane in varie epoche. Oltre Viale della Libertà la roggia scorre per circa 300m prima di immettersi nei laghetti Tomadini, dove a seguito del superamento di un ulteriore salto idraulico si immette nel F.Noncello poco a valle dell'intersezione con Via S.Martiri Concordiesi.

Il bacino imbrifero della roggia ha subito profonde modificazioni e limitazioni in termini di superfici contribuenti a seguito degli importanti interventi di urbanizzazione che hanno interessato la zona negli anni '60 e '70; in particolare la realizzazione della rete fognaria acque miste ha di fatto limitato i contributi diretti in roggia trasferendo spesso i recapiti direttamente al F.Noncello. La riduzione sensibile di aree contribuenti caratterizza maggiormente il tratto della roggia a valle dello sbarramento S.Carlo mentre per quanto concerne il modesto bacino a monte del laghetto, oggetto del presente studio, è necessario tener conto del contributo del quartiere urbanizzato posto fra Via S.Valentino, la SS n.13 e l'area verde del parco comunale S.Valentino (dorsali Via M.Rest e Via M.Canin), la cui rete acque meteoriche si innesta del tratto tombinato di collegamento fra il laghetto S.Valentino ed il laghetto S.Carlo.

Si sottolinea inoltre la presenza di un ulteriore collettore di rete meteorica Ø400mm lungo Via Gramsci che recapita nel comizio irriguo poco a monte dell'immissione nel laghetto S.Valentino.

Alla sezione di chiusura del nuovo attraversamento, il bacino imbrifero complessivo risulta indicativamente pari a 34ha, di cui circa 8.0ha densamente urbanizzati.



## 4.2. Calcolo delle portate di massima piena con Tr100 e 200 anni

### 4.2.1. Analisi di possibilità pluviometrica

Per la definizione del presente studio idrologico si è fatto riferimento ai valori delle precipitazioni registrati dal pluviografo ubicato nel Comune di Pordenone e desunti dagli Annali idrologici pubblicati dall'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia.

L'analisi ha riguardato le precipitazioni massime annue della durata di 15 minuti, 30 minuti, 45 minuti ed un'ora registrate dal 1970 al 1997 e riportate nella seguente tabella.

Anno	15'	Anno	30'	Anno	45'	Anno	1 h
1970	16,6	1970	23,6	1970	32	1970	37,6
1971	16,6	1971	21,4	1971	28,4	1971	39,2
1972	24,8	1972	33,6	1972	34,2	1972	34,4
1973	14,8	1973	24,2	1973	34	1973	41
1974	15,4	1974	21,8	1974	24,8	1974	25,8
1975	25	1975	37,4	1975	45	1975	46
1976	15,4	1976	16	1976	20,4	1976	22,8
1977	23,2	1977	25,2	1977	26,6	1977	26,8
1978	25	1978	40,8	1978	51,6	1978	58
1979	24,2	1979	34	1979	37,8	1979	40,8
1980	26,6	1980	36,2	1980	41,8	1980	45,8
1981	38,6	1981	58,2	1981	68,4	1981	69,6
1982	20,2	1982	34,2	1982	38,4	1982	41,4
1983	19,4	1983	26,6	1983	29,8	1983	29,8
1984	18,4	1984	32,2	1984	32,6	1984	32,8
1985	16,2	1985	28,2	1985	29	1985	29,6
1986	20,6	1986	25,8	1986	32,4	1986	34,8
1987	18,6	1987	23,6	1987	27,4	1987	30,8
1988	15,8	1988	20,8	1988	24,6	1988	26,8
1989	11,2	1989	18,4	1989	25,4	1989	28,8
1990	18,4	1990	26,4	1990	28,6	1990	30,4
1991	15,6	1991	17,4	1991	18,6	1991	19,4
1992	16,6	1992	25,8	1992	29,8	1992	32
1993	20,2	1993	28,8	1993	32,4	1993	33,4
1994	18	1994	18,4	1994	25,4	1994	25,8
1995	18	1995	21,4	1995	21,4	1995	22,4
1996	26	1996	39,6	1996	43,6	1996	44,2
1997	20,6	1997	27,4	1997	31,6	1997	33,4

Questi dati sono stati elaborati statisticamente secondo metodo di Gumbel riconosciuto come uno tra i più validi criteri statistico-probabilistici, basato su una distribuzione doppio esponenziale della probabilità (casi estremi):

$$P(x \leq x^*) = 1 - e^{-e^{-y}} \text{ dove } y = a(x - u)$$

I parametri  $a$  e  $u$  dipendono dalla media e dalla varianza del campione e possono essere determinati con diversi metodi tra cui: il metodo dei minimi quadrati, quello dei momenti oppure della massima verosimiglianza. Il risultato di detta elaborazione ha permesso di definire la curva che rappresenta le altezze massime possibili di pioggia in funzione delle rispettive durate con un'equazione del tipo:

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

in cui  $a$  ed  $n$  rappresentano delle costanti caratteristiche locali.

Per l'area oggetto dell'intervento detta curva di possibilità pluviometrica, assume la seguente espressione analitica:

$$\begin{array}{ll} \text{Tr 100 anni} & h = 72.82 \times t^{0.4652} \\ \text{Tr 200 anni} & h = 79.17 \times t^{0.4695} \end{array}$$

Al fine poter considerare il valore di  $\phi$  come costante e pari a quello relativo alla precipitazione della durata di un'ora, è necessario moltiplicare il coefficiente  $n'$  per un coefficiente correttivo pari a  $4/3$  (Fantoli-Ippolito):

$$n^{\circ} = n' \times \frac{4}{3}$$

L'equazione della curva di possibilità pluviometrica così corretta diventa:

$$\begin{array}{ll} \text{Tr 100 anni} & h = 72.82 \times t^{0.620} \\ \text{Tr 200 anni} & h = 79.17 \times t^{0.626} \end{array}$$

Gli studi più recenti suggeriscono cautelativamente di non fare riferimento ai cosiddetti fattori di ragguglio areale che riducevano l'intensità di pioggia sulla base dell'estensione delle aree considerate (U.Puppini), pertanto nelle seguenti verifiche non sarà effettuata alcuna correzione in tal senso dei parametri pluviometrici. Pur avendo tempi di corrivazione stimati di poco superiori all'ora, si ritiene cautelativo l'uso delle curve di possibilità relative agli scrosci.

#### 4.2.2. Calcolo della portata di massima piena, metodo razionale

La valutazione delle portate di piena di progetto è stata eseguita con la consueta formula "razionale" secondo la quale la portata massima si verifica per una precipitazione critica di durata pari al tempo di corrivazione del bacino.

La formula per il calcolo della portata di picco è la seguente:

$$Q = \frac{\phi * h_c * S}{3.6 * t_c}$$

dove:

- Q = Portata di piena [m<sup>3</sup>/s] con T<sub>r</sub> prefissato;
- φ = coefficiente di deflusso dipendente soprattutto dalle caratteristiche vegetazionali e di permeabilità del bacino; per macroaree esso è ottenuto dalla media pesata dei valori relativi alle singole aree; sarà utilizzato un coefficiente di deflusso pari a 0.38;
- h<sub>c</sub> = Altezza della pioggia critica [mm] di assegnato tempo di ritorno e di durata pari al tempo di corrivazione; è ottenibile dalla formula:

$$h_c = a * t_c^n$$

a, n : coefficienti dell'equazione di possibilità pluviometrica caratterizzanti il bacino di riferimento e derivanti dalla regolarizzazione statistica dei dati pluviometrici;

- S = Area del bacino idrografico [km<sup>2</sup>]
- t<sub>c</sub> = tempo di corrivazione [h], tempo necessario affinché l'intero bacino contribuisca alla formazione della portata di piena. Per valutare la bontà dei risultati ottenuti, sarà determinato con l'ausilio di due formule, una classica e una sperimentale:

### **Giandotti**

$$t_c = \frac{4 * \sqrt{S} + 1.5 * L}{0.8 * \sqrt{H - Z}}$$

dove, oltre alla simbologia già esposta, si aggiungono:

L = lunghezza dell'asta principale del corso d'acqua [km]

H = altitudine media del bacino imbrifero sotteso [m s.m.m.]

Z = la quota della sezione di controllo [m s.m.m.]

### **Aronica**

$$t_c = \frac{\frac{1}{M * d} * \sqrt{S} + 1.5 * L}{0.8 * \sqrt{H - Z}}$$

dove M e d valgono:

	<b>M</b>
Terreno nudo	0.667
Terreni coperti con erbe rade	0.25
Terreni coperti da bosco	0.2
Terreni coperti da prato permanente	0.167
	<b>d</b>
Terreni semi-permeabili	1.27
Terreni poco permeabili	0.96
Terreni mediamente permeabili	0.81
Terreni molto permeabili	0.69

I risultati relativi all'elaborazione sono riportati nel par. 2.7

### 4.2.3. Calcolo della portata di massima piena, Metodo CN o SCS

Il metodo SCS del Soil Conservation Service è una procedura che consente la ricostruzione delle piene in bacini idrografici di superficie non superiore a 15-20 km<sup>2</sup>. Il metodo consente sia la semplice determinazione del volume della piena o della sua portata al colmo sia la completa ricostruzione dell'idrogramma di piena.

Per la determinazione del volume di piena il metodo si fonda sull'ipotesi che sia sempre valida la seguente relazione in cui tutte le grandezze che figurano sono espresse in mm:

$$\frac{V}{P_n} = \frac{W}{S}$$

Dove:

V = volume di deflusso

P<sub>n</sub> = precipitazione netta

W = invaso del suolo

S = valore massimo del suddetto invaso

Tenuto conto che la precipitazione netta si ottiene sottraendo alla precipitazione totale le perdite iniziali *la* dovute all'*immagazzinamento superficiale*, all'*intercettazione* operata dalla copertura vegetale e all'*infiltrazione* prima della formazione del deflusso ed effettuando ed effettuando le debite sostituzioni si giunge alla :

$$V = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

Dove P è la precipitazione totale.

La valutazione di S viene condotta tramite la:

$$S = 25.4 * \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

Il parametro CN (Curve Number) assume valori da 0 a 100 e rappresenta l'attitudine del bacino a produrre deflusso superficiale e si stima sulla base dei valori riportati su un'apposita tabella (tab. 01).

COPERTURA (USO DEL SUOLO)	TIPO DI SUOLO			
	A	B	C	D
Suolo coltivato: senza trattamenti di conservazione con interventi di conservazione	72 62	81 71	88 78	91 81
Suolo da pascolo: cattive condizioni buone condizioni	68 39	79 61	86 74	89 80
Praterie in buone condizioni	30	58	71	78
Suoli boscosi o forestati: suolo sottile, sottobosco povero, senza foglie sottobosco e copertura buoni	45 25	66 55	77 70	83 77
Spazi aperti, prati rasati, parchi: buone condizioni con almeno il 75% dell'area con copertura erbosa condizioni normali, con copertura erbosa intorno al 50%	39 49	61 69	74 79	80 84
Aree commerciali (impermeabilità 85%)	89	92	94	95
Distretti industriali (impermeabilità 72%)	81	88	91	93
Aree residenziali con impermeabilità media: 65% 38% 30% 25% 20%	77 61 57 54 51	85 75 72 70 68	90 83 81 80 79	92 87 86 85 84
Parcheggi impermeabilizzati, tetti	98	98	98	98
Strade: pavimentate con cordoli e fognature inghiaiate o selciate con buche in terra battuta (non asfaltate)	98 76 72	98 85 82	98 89 87	98 91 89

Tab. 01

tipo	DESCRIZIONE
A	<i>Scarsa potenzialità di deflusso.</i> Comprende forti spessori di sabbie con scarsissimo limo e argilla; anche forti spessori di ghiaie profonde, molto permeabili.
B	<i>Potenzialità di deflusso moderatamente bassa.</i> Comprende la maggiore parte degli strati sabbiosi meno spessi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità d'infiltrazione anche a saturazione.
C	<i>Potenzialità di deflusso moderatamente alta.</i> Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità d'infiltrazione a saturazione.
D	<i>Potenzialità di deflusso molto alta.</i> Comprende la maggiore parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

Tab. 02

La stima del CN presuppone, inizialmente, la determinazione del gruppo ideologico di ciascun suolo ricadente nel bacino (tab 02) e, all'interno di ciascun gruppo, l'individuazione di aree omogenee per destinazione d'uso, sistemazione e condizione idrica. A ciascuna area omogenea, di nota superficie, viene attribuito l'appropriato CN sulla base di quelli riportati nella Tabella 01; il valore di CN, dell'intero bacino si ottiene come media pesata, con peso la superficie dei valori stimati per le singole aree omogenee.

CLASSE DI AMC	PRECIPITAZIONE TOTALE NEI 5 GIORNI PRECEDENTI L'EVENTO [mm]	
	Stagione di riposo	Stagione di crescita
I	< 12,7	< 35,5
II	12,7 ÷ 28	35,5 ÷ 53,3
III	> 28	> 53,3

Tab. 03

Il metodo tiene anche conto delle condizioni di umidità del suolo antecedenti all'inizio dell'evento (Antecedent Moisture Conditions, AMC) e a tal fine va precisato che i valori di CN riportati nella Tabella 02 si riferiscono a condizioni medie del parametro AMC denominate AMC II.

La definizione di AMC richiede la determinazione della precipitazione totale caduta nei cinque giorni precedenti l'evento in esame che, sulla base della Tabelle 03, consente di definire la condizione di umidità antecedente l'evento (AMCI, AMCI, AMCI).

Nel caso in cui si ricada nella condizione AMCI (secca) o in quella AMCI (umida) devono essere utilizzati i valori di CN adeguatamente corretti utilizzando i fattori FI e FIII, rispettivamente per la condizione secca e per quella umida, aventi le seguenti espressioni:

$$FI = 0.3 + 0.00636 * CN$$

$$FIII = 3.4212 - 1.1999 \log CN$$

La portata al colmo si calcola considerando che il fenomeno di piena sia assimilabile ad un idrogramma triangolare che ha una fase crescente di durata  $t_a$  e una di esaurimento di durata  $t_e$  e vale:

$$Q_p = 0.208 * \frac{VA}{t_a}$$

Dove

V = volume complessivo di deflusso in m<sup>3</sup>

A = area del bacino in km<sup>2</sup>

Per  $t_a$  valgono le seguenti considerazioni:

$$t_a = 0.5t_p + t_L$$

$t_p$  = durata critica della precipitazione critica =  $t_L / 0.6$

$$t_L = 0.342 * \frac{L^{0.8}}{s^{0.5}} * \left( \frac{1000}{CN} - 9 \right)$$

s = pendenza del bacino in %

L = lunghezza dell'asta principale in Km

Dati di partenza e risultati per il caso in esame sono riportati nella tabella seguente:

**METODO SCS - CN**

L = 0,5 km  
s = 0,3 %

id area	S[ha]	S[km2]	CN(I)	CN(II)	CN(III)
A1	26	0,26	0	75	0
A2	8	0,08	0	90	0
A3	0	0	0	0	0
A4	0	0	0	0	0
A5	0	0	0	0	0
A6	0	0	0	0	0
A7	0	0	0	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>34</b>	<b>0,34</b>	<b>62,8</b>	<b>78,5</b>	<b>90,1</b>

CN = 78,52941 riportare il CN scelto fra I, II e III a seconda delle condizioni di umidità antecedenti l'evento

**T<sub>L</sub>** = 0,9 ore Tempo di ritardo  
**T<sub>c</sub>** = 1,5 ore Tempo di corrivazione  
**T<sub>A</sub>** = 1,7 ore Tempo di accumulo  
**S** = 69,4

Tr	10	20	50	100	200
<b>Q<sub>max</sub> [m<sup>3</sup>/s]</b>	0,00	0,00	0,00	1,83	2,11
<b>U [l/s*ha]</b>	0,00	0,00	0,00	53,74	62,17

**4.2.4. Portate di progetto**

Si riportano di seguito i risultati relativi alle elaborazioni sopra descritte.

Sez. S..Carlo						
S [km <sup>2</sup> ]	L [km]	H [m]	Z [m]	ø	M	d
0,34	0,5	30	20	0,38	0,167	0,96
GIANDOTTI						
Tc [ore]	1,22					
Tr [anni]	100	200				
Q <sub>max</sub> [m <sup>3</sup> /s]	2,43	2,64				
U [l/s*ha]	71,36	77,68				
A.P.						
Tc [ore]	1,73					
Tr [anni]	100	200				
Q <sub>max</sub> [m <sup>3</sup> /s]	2,12	2,31				

U [l/s*ha]	62,41	68,07				
<b>METODO CN</b>						
Tc [ore]	1,65					
Tr [anni]	100	200				
Q <sub>max</sub> [m <sup>3</sup> /s]	1,83	2,11				
U [l/s*ha]	53,74	62,17				

Q <sub>media</sub> [m <sup>3</sup> /s]	2,13	2,36				
U <sub>medio</sub> [l/s*ha]	62,50	69,31				
Q <sub>risorgiva</sub> [m <sup>3</sup> /s]	0,41	0,41				
Q <sub>comizi</sub> [m <sup>3</sup> /s]	0,36	0,36				
Q <sub>TOTALE</sub> [m <sup>3</sup> /s]	2,89	3,12				

Per le verifiche idrauliche in condizioni di massima piena, si farà riferimento ad una portata di 3,12 m<sup>3</sup>/s valida per un Tr pari a 200 anni.

La presenza dei due invasi in serie, può contribuire a ridurre il colmo di piena così come è stato calcolato nell'analisi precedente; tuttavia tale effetto di laminazione non viene cautelativamente considerato per le successive verifiche, avendo ipotizzato il caso in cui i laghetti siano già alla quota di massimo invaso in corrispondenza dell'evento critico.

## 5. VERIFICHE IDRAULICHE

### 5.1. Verifiche in condizioni di massima piena, premesse di calcolo

Il corso d'acqua presenta le caratteristiche idrauliche tipiche dei corsi d'acqua nel loro tratto vallivo: pendenza modesta con portate di una certa entità in corrente lenta, comandata quindi dalle condizioni di valle. La regolarità delle sezioni idrauliche consente di ipotizzare con buona approssimazione l'instaurarsi di un moto di tipo uniforme.

Le verifiche quindi saranno quindi condotte considerando la consueta formula di Chezy per le perdite di carico, adottando il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler  $K_s$  e imponendo l'uguaglianza fra la cadente energetica e la pendenza del fondo (*moto uniforme*) :

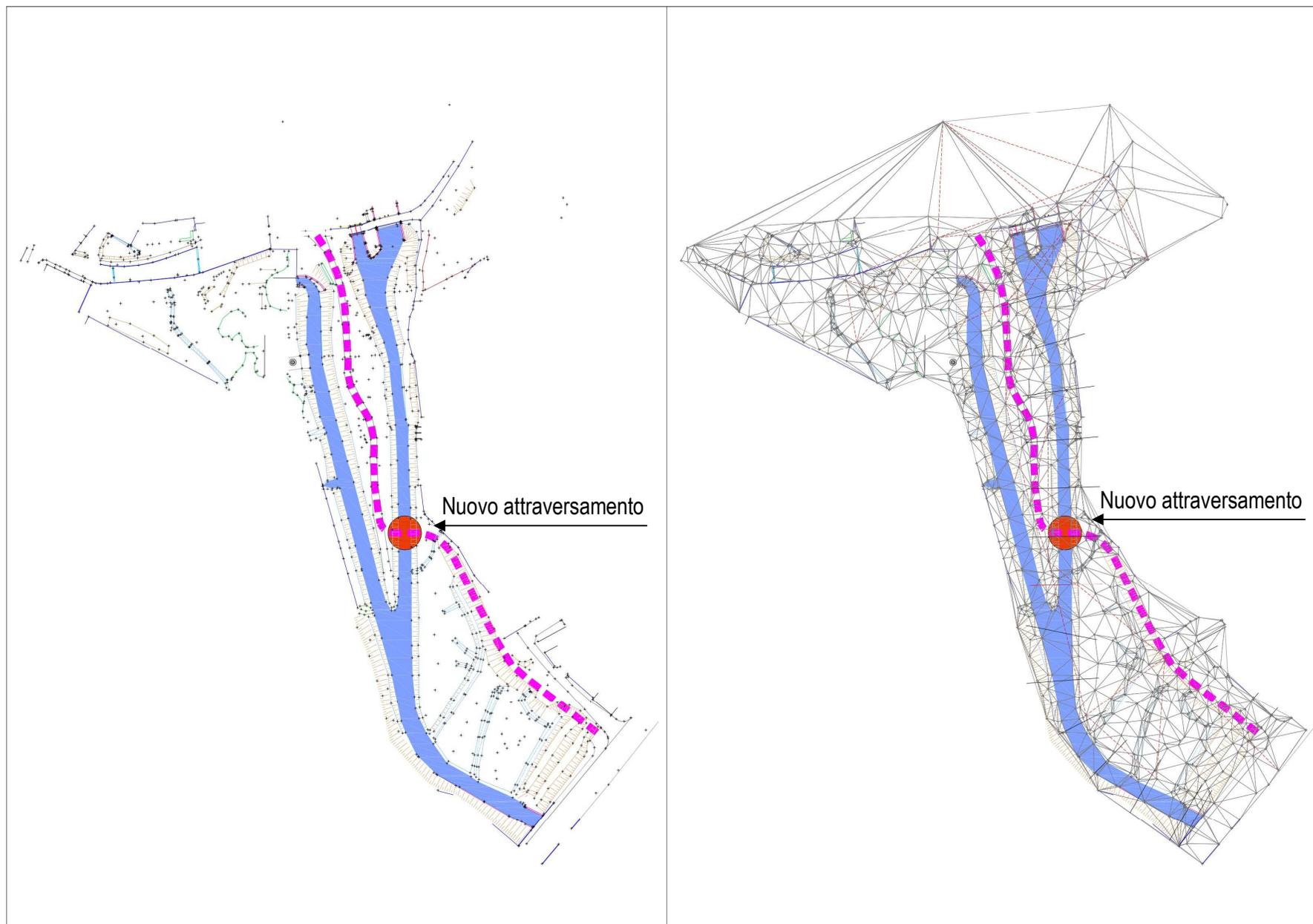
$$J = i = \frac{v^2}{\left(K_s^2 \times R_H^{4/3}\right)} = \frac{Q^2}{\left(A_B\right)^2 \times \left(K_s^2 \times R_H^{4/3}\right)}$$

dove:

- v = velocità [m/s]
- $K_s$  = coefficiente di scabrezza [ $m^{1/3} \cdot s^{-1}$ ]
- $R_h$  = raggio idraulico [m]
- $A_b$  = area liquida bagnata [ $m^2$ ]
- Q = portata [ $m^3/s$ ]
- i = pendenza dell'alveo/tubazione

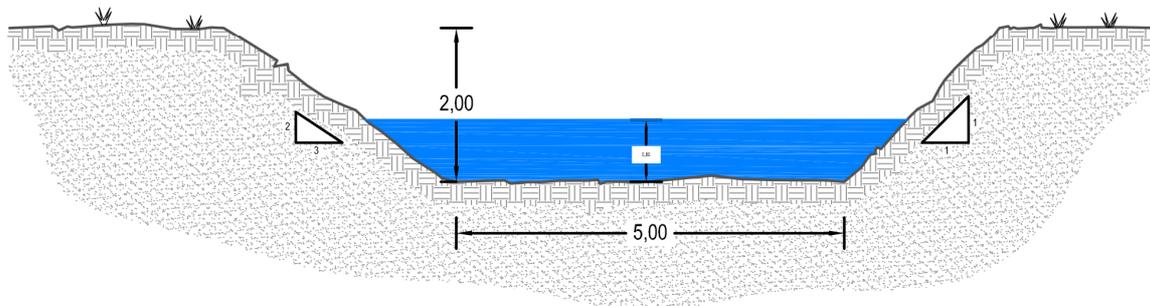
### 5.2. Nuovo attraversamento fra V.le Libertà e Laghetto S.Carlo

Per quanto concerne il tratto di nuova realizzazione fra V.le della Libertà ed il laghetto S.Carlo, al fine di ricostruire le effettive sezioni idrauliche nonché la pendenza media del tratto di corso d'acqua, si è fatto riferimento ad un rilievo planoaltimetrico dal quale è stato ricostruito un DTM a facce 3D (vedi fig. pagina seguente).

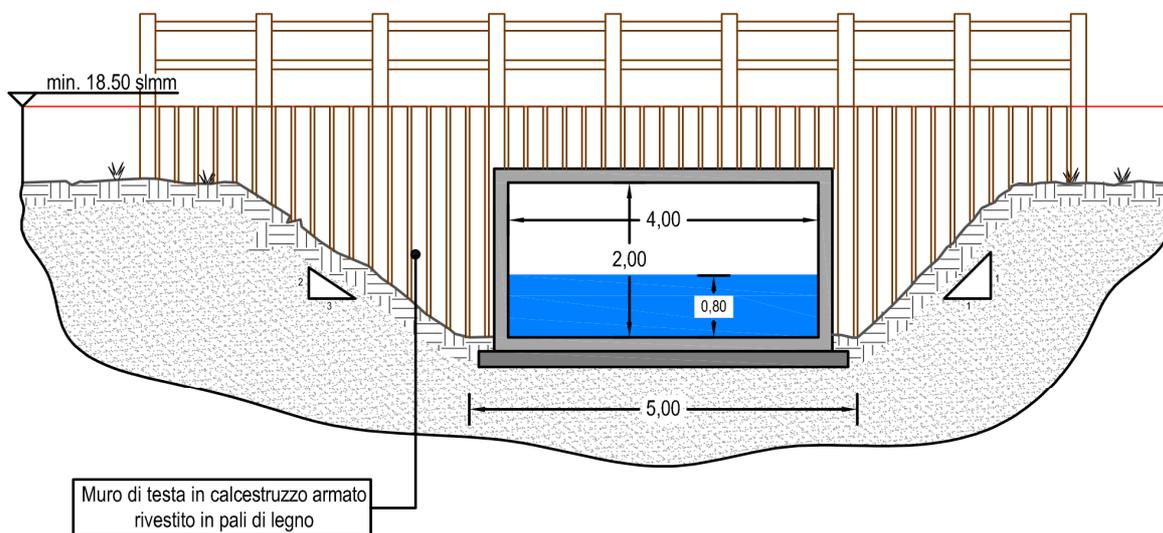


Ne sono risultate una pendenza media del tratto di valle dell'attraversamento pari a circa 0.0008 m/m ed una sezione media come da immagine seguente:

Roggia Vallona SDF, Tr 200 anni  
Sezione media



Roggia Vallona PRO, Tr 200 anni  
sezione media



Si riportano di seguito i risultati delle verifiche condotte.

<b>Attraversamento di monte</b>						
<b>Larghezza (m)</b>	<b>Altezza (m)</b>	<b>Scabrezza (<math>m^{1/3} \cdot s^{-1}</math>)</b>	<b>Pendenza (%)</b>	<b>Grado di riempimento</b>	<b>Portata (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Velocità (m/s)</b>
<b>4,000</b>	<b>2,000</b>	60	0,080	<b>0,36</b>	3,20	1,11
<b>y (m)</b>	<b>H (m)</b>	<b>yc (m)</b>	<b>Hc (m)</b>	<b>Fr</b>		
0,72	0,78	0,40	0,60	0,42		

In base ai risultati si evidenzia che la scelta di un manufatto di dimensioni interne 400x200cm pur risultando eccessivamente cautelativo, consente una migliore contestualizzazione paesaggistica dell'intervento anche sulla scorta di pareri collaborativi del Servizio Tutela del Paesaggio e Biodiversità.

### 5.3. Prolungamento tombinature zona Maglio-Tomadini

Per quanto concerne il prolungamento dei tratti tombinati in zona Maglio-Tomadini, si utilizzeranno sezioni idrauliche pari o superiori a quelle esistenti. Si riportano comunque le verifiche relative alla R. Vallona nel tratto in esame, la cui portata bicentenaria è stata ricalcolata sulla scorta dell'ulteriore porzione di bacino contribuente paria circa 30ha e considerato un coefficiente udometrico di 70 l/s\*ha come da precedente calcolazioni.

Attraversamento di valle						
Larghezza (m)	Altezza (m)	Scabrezza ( $m^{1/3} \cdot s^{-1}$ )	Pendenza (%)	Grado di riempimento	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
2,500	1,500	60	0,600	0,50	5,30	2,81
y (m)	H (m)	yc (m)	Hc (m)	Fr		
0,75	1,16	0,77	1,16	1,03		

La verifica risulta ampiamente soddisfatta.

