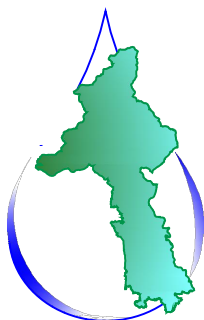


COMUNE DI GRAVELLONA TOCE



**ACQUA
NOVARA.VCO
S.p.A.**

Via Triggiani, 9 - 28100 NOVARA (NO)
Tel. 0321 413111 - Fax. 0321 458729
@mail: info@acquanovaravco.eu
@pec: segreteria@pec.acquanovaravco.eu

TITOLO COMMESSA:

Nuova linea fognaria in frazione Granerolo in Comune di Gravellona Toce (VB)

OGGETTO:

RELAZIONE IDROLOGICA RIO DEL VUOTO

SCALA:

-

AVANZAMENTO PROGETTO:

DEFINITIVO

Data Rev. N° 1 :

18 Dicembre 2019

Rev. N°	Modifiche	Data
1	—	-/-/-
2	—	-/-/-
3	—	-/-/-
4	—	-/-/-

Rif. N° Commessa:

X00N - 10031219

Il Progettista

Ing. Matteo Ferrero

Elaborato N°:

C

CUP:

D43H17000000005

RUP:

Ing. Barbara Dell'edera



PROPRIETÀ RISERVATA
QUESTO DISEGNO NON PUO' ESSERE RIPRODOTTO NE' COMUNICATO A TERZI SENZA
AUTORIZZAZIONE DI ACQUA NOVARA.VCO s.p.a.

Sommario

1.	Premessa	2
2.	Analisi idrologica	2
2.1	Analisi pluviometrica e scelta della cpp di progetto.....	2
2.2	Descrizione del bacino in esame.....	4
2.3	Calcolo del coefficiente di deflusso.....	6
2.4	Calcolo del tempo di corrivazione	6
2.5	Calcolo della portata critica con il modello della corrivazione	8
3.	Verifica della sezione di attraversamento in progetto	9

1. Premessa

Il presente progetto definitivo (2° lotto) ha come oggetto la realizzazione di una nuova fognatura per acque nere in Comune di Gravellona Toce con lo scopo di convogliare i reflui misti, attualmente recapitati nel Torrente Strona, nella stazione di pompaggio di Via Granerolo, in Comune di Omegna e, tramite i collettori esistenti, al depuratore centralizzato.

La nuova canalizzazione a gravità recapiterà le acque reflue provenienti da monte e i fognoli delle utenze civili nella suddetta stazione di pompaggio, previa separazione delle acque eccedenti la $5 Q_{mn}$ per mezzo di uno scolmatore di piena,

La canalizzazione a gravità avrà una lunghezza pari a circa 243 metri e sarà realizzata con tubi in grès DN 300 FN 48.

Lungo il percorso della linea fognaria a gravità è previsto l'attraversamento del Rio del Vuoto (rio di modeste dimensioni a carattere torrentizio), che verrà effettuato mediante la posa di apposita canalizzazione in PEAD e guaina in PVC con la ricostruzione dell'alveo in pietrame, prevedendo dei salti sul fondo per ridurre localmente la velocità della corrente, e delle sponde in calcestruzzo rivestito di pietre simili all'originale "pietra locale".

Lo scopo della presente relazione è di determinare la portata di piena che defluisce nella sezione in cui è previsto l'attraversamento, considerando un tempo di ritorno di 100 anni, in modo da verificare che la nuova sezione in progetto sia in grado di farla defluire in sicurezza.

2. Analisi idrologica

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è effettuata attraverso la determinazione della curva di possibilità pluviometrica (cpp), ovvero della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

Con il termine altezza di precipitazione in un punto, comunemente misurata in mm, si intende l'altezza d'acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale e impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) e in assenza di perdite.

La curva di possibilità pluviometrica è comunemente espressa da una legge di potenza del tipo:

$$h = a \theta^n$$

dove:

h = altezza di pioggia espressa in mm;

θ = durata della pioggia espressa in ore;

a, n = coefficienti della curva di pioggia.

I dati relativi alle curve pluviometriche sono stati reperiti dalle norme di attuazione del PAI.

2.1 Analisi pluviometrica e scelta della cpp di progetto

Per l'analisi di frequenza delle piogge intense, si è fatto riferimento agli elaborati proposti nella direttiva PAI dell'Autorità di Bacino del fiume Po, sviluppati dal GNDICI e ottenuti da un'interpolazione spaziale con il metodo di Kriging dei parametri a e n delle linee segnalatrici, discretizzate in base a un reticolo di 2 km di lato.

Le tabelle elaborate consentono il calcolo delle linee segnalatrici in ciascun punto del bacino, cioè la definizione dei parametri a e n della curva pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

L'area di interesse è compresa nella cella identificata dal PAI come BZ59, come evidenziato in Fig. 1 (*Allegato 3: Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense - TAVOLA 05 - Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica*).

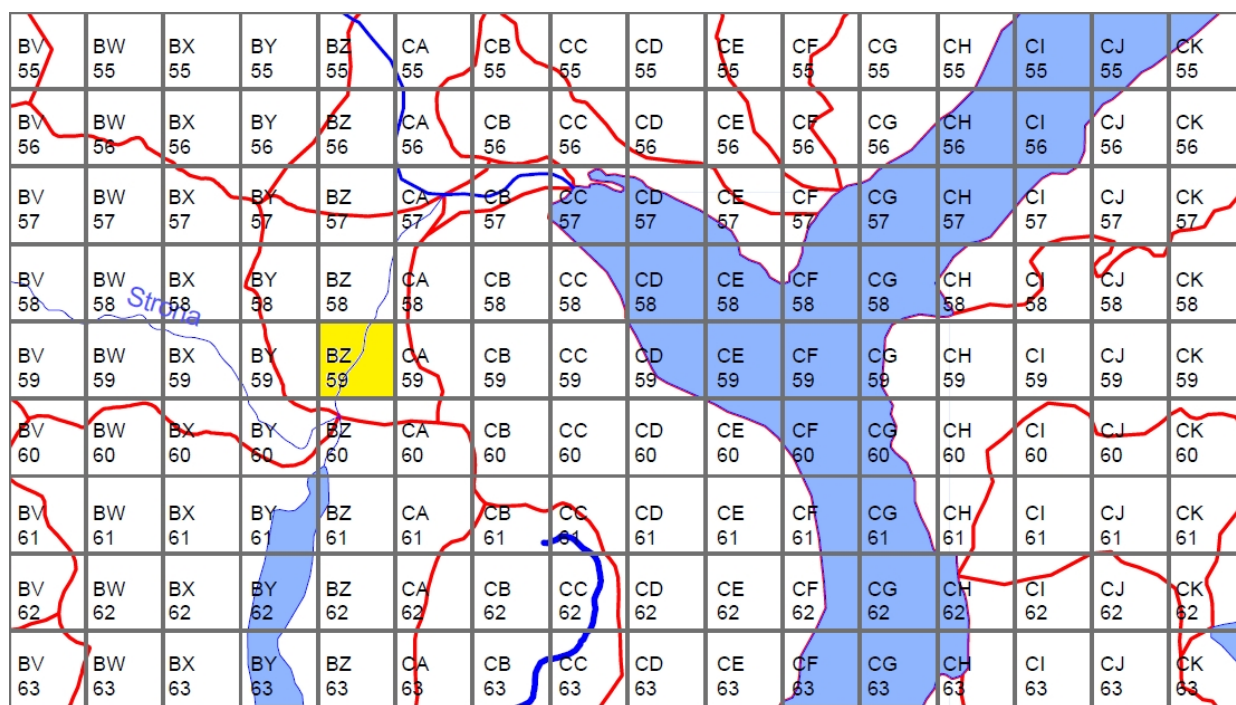


Figura 1: Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense - TAVOLA 05

Si riportano in Tab. 1 i parametri della curva di pioggia indicata dalla normativa per la cella BZ59 (*Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica – Allegato 3: Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense - Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni*)

Cella	$a (Tr = 20 \text{ anni})$	$n (Tr = 20 \text{ anni})$	$a (Tr = 100 \text{ anni})$	$n (Tr = 100 \text{ anni})$	$a (Tr = 200 \text{ anni})$	$n (Tr = 200 \text{ anni})$
BZ59	65,49	0,473	83,62	0,474	91,37	0,474

Tabella 1: Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 anni

Per la verifica della portata di piena che defluisce nella sezione di attraversamento del Rio del Vuoto è stata scelta la curva relativa alla cella BZ59 per un tempo di ritorno $T_r = 100$ anni, e quindi:

$$h = 83,62 \theta^{0.474}$$

2.2 Descrizione del bacino in esame

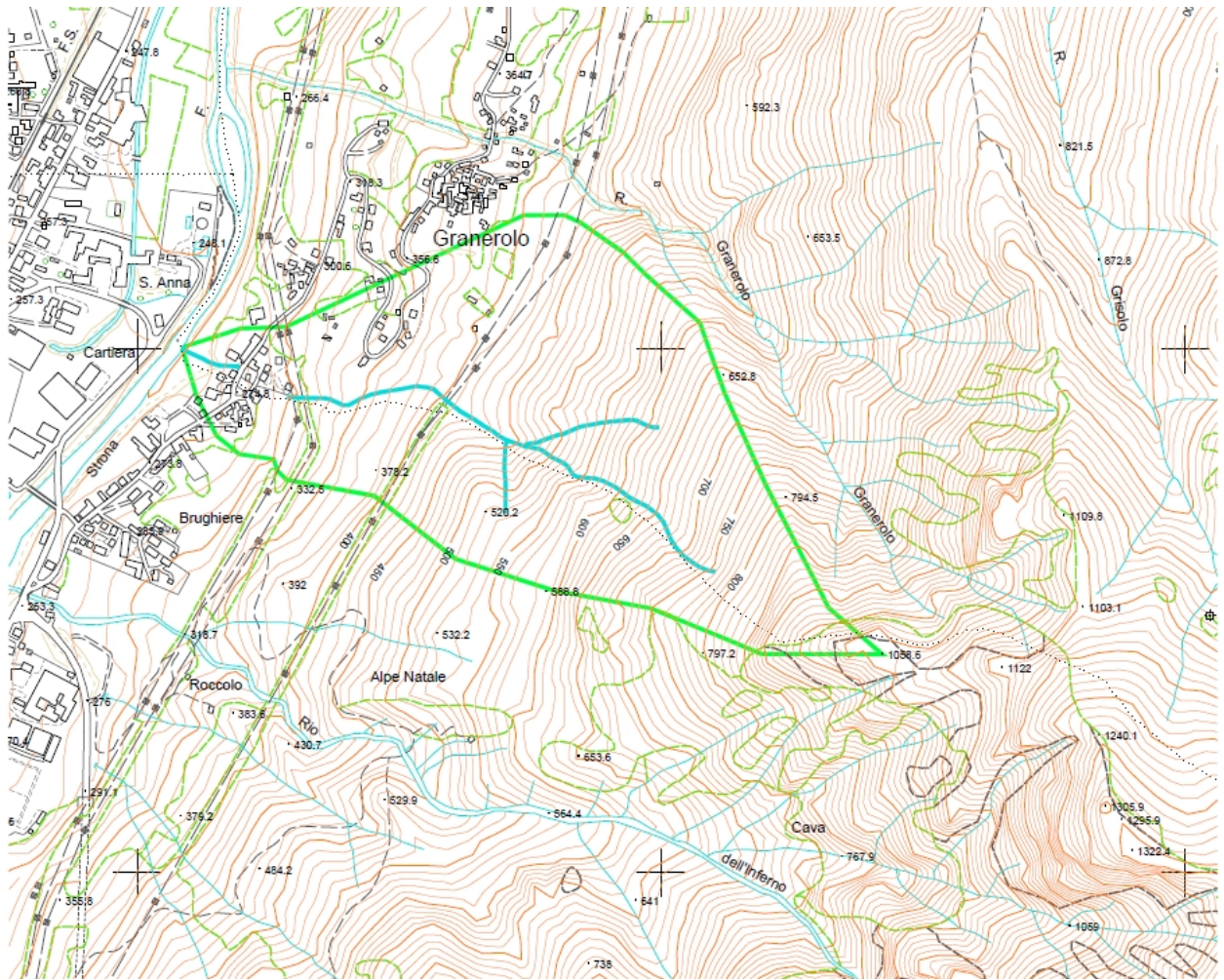


Figura 2: Inquadramento bacino su base CTR



Figura 3: Inquadramento bacino su cartografia Regione Piemonte - Idrografia 1:100.000 - Corsi d'acqua

Il bacino in esame del Rio del Vuoto si colloca tra il bacino del Rio dell'Inferno e il bacino del Rio Granerolo. Analizzando la morfologia del terreno indicata nelle CTR vettoriali della Regione Piemonte (Fig. 2) è stato possibile individuare la linea di spartiacque del bacino e di conseguenza l'estensione areale del medesimo; dalle CTR è stato possibile evincere anche l'andamento altimetrico del bacino, la sua quota media e la quota della sezione di chiusura, che ai fini dell'analisi idrologica, in via cautelativa, viene fatta coincidere con la sezione in cui il rio si immette nel Torrente Strona.

I dati contenuti nel portale "Regione Piemonte - Idrografia 1:100.000 - Corsi d'acqua" di cui si riporta un estratto in Fig. 3, hanno permesso di avere un dato ufficiale sulla lunghezza complessiva del corso d'acqua; mentre l'osservazione dell'immagine satellitare in 3D in Fig. 4, unitamente alla Fig. 2, ha permesso di determinare la porzione di aree boschive rispetto alle aree urbanizzate, in modo da poter valutare un coefficiente di deflusso per il bacino in esame.

L'area del bacino è pari a circa 57 ha, di cui circa 51,3 ha di area boschiva e 5,7 ha di area urbanizzata.

La lunghezza complessiva del Rio del vuoto è pari a 1336,05 ml. la sua quota massima è di circa 760 m s.l.m., mentre la quota nella sezione in cui si immette nello Strona è di circa 250 m s.l.m.

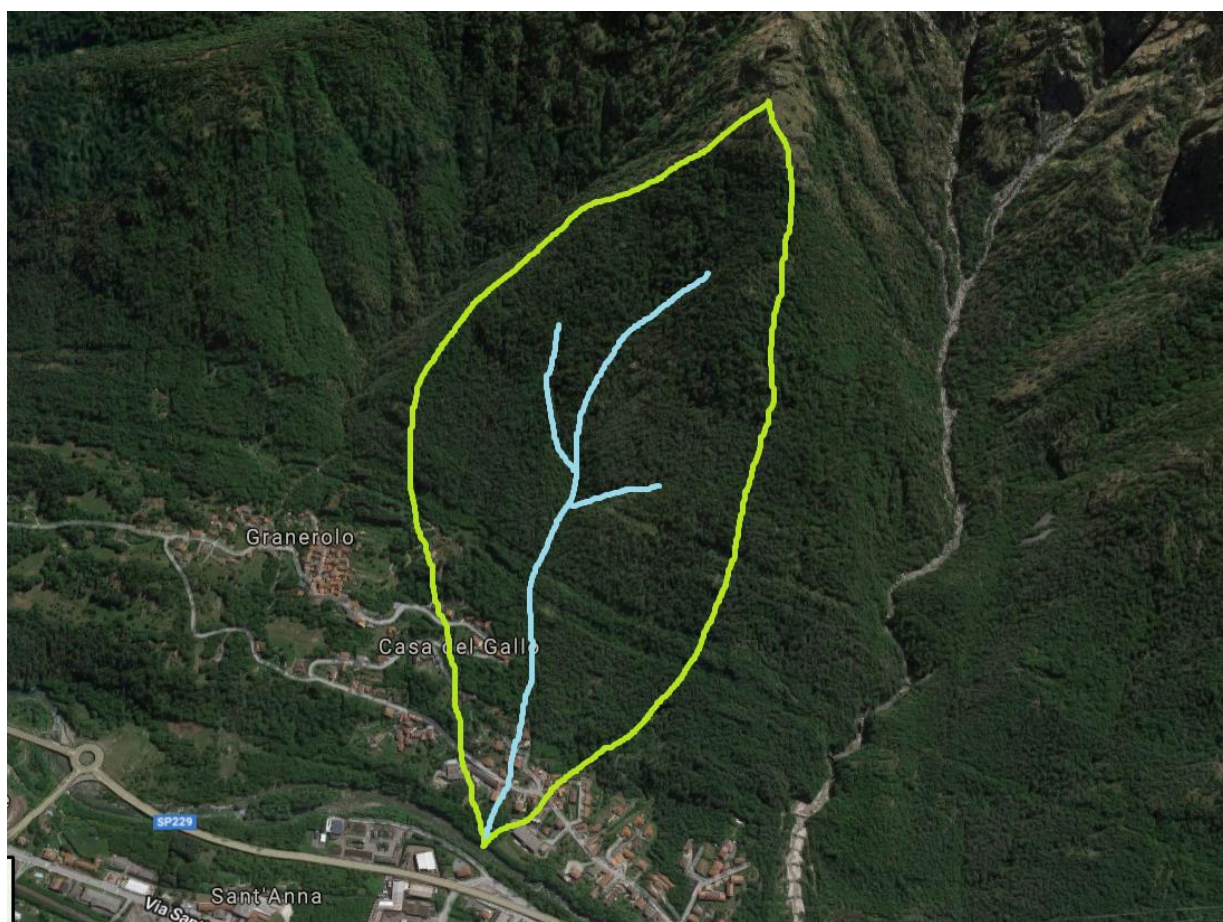


Figura 4: Inquadramento bacino su immagine satellitare in 3D

2.3 Calcolo del coefficiente di deflusso

Il primo passo per il calcolo del coefficiente di deflusso ϕ è assegnare a ciascun tipo di area del bacino con caratteristiche di permeabilità simili il proprio coefficiente di deflusso sulla base dei valori presenti in letteratura.

Per stabilire il coefficiente di deflusso da assegnare all'area boschiva, si considerano i valori che G. Benini ("Sistemazioni idraulico forestali" – UTET, Torino, 1990) suggerisce di applicare nel caso di bacini collinari e montani.

		Tipo di suolo		
		Terreno leggero	Terreno di medio impasto	Terreno compatto
Vegetazione e pendenza				
Boschi	< 10 %	0,13	0,18	0,25
	> 10 %	0,16	0,21	0,36
Pascoli	< 10 %	0,16	0,16	0,22
	> 10 %	0,22	0,42	0,62
Colture agrarie	< 10 %	0,40	0,60	0,70
	> 10 %	0,52	0,72	0,82

Tabella 2: Coefficienti di deflusso G. Benini ("Sistemazioni idraulico forestali" – UTET, Torino, 1990)

Nel caso in esame, in via cautelativa, si sceglie di adottare il maggiore dei coefficienti suggeriti per area boschiva con pendenza > 10 % ovvero 0,36.

Per il coefficiente di deflusso da assegnare all'area urbana, si sceglie di adottare il valore di 0,9 che generalmente viene consigliato da vari autori per zone urbanizzate e tempi di ritorno maggiori di 20 anni.

Una volta stabilita per ciascun tipo di area la superficie A_n di competenza rispetto alla superficie totale del bacino A_{tot} , il coefficiente ϕ_c complessivo si ottiene dalla media ponderata dei vari coefficienti di competenza delle singole aree: $\phi = (\sum A_n \phi_n) / A_{tot}$.

Nel nostro caso, avendo circa il 90% di area boschiva ed il 10% di area urbanizzata si ottiene:

$$\phi = 0,36 \cdot 0,9 + 0,9 \cdot 0,1 = 0,41$$

2.4 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione del bacino T_c è il tempo necessario alla goccia di pioggia che cade nel punto idraulicamente più lontano per raggiungere la sezione di chiusura del bacino.

Nel caso del bacino in esame, avente estensione areale < 1 km², per il calcolo del tempo di corrivazione si può ricorrere alla formula di Giandotti modificata da Aronica e Paltrinieri, valida per bacini di estensione minore di 10 km².

$$T_c = \frac{\frac{1}{Md} \sqrt{A} + 1,5 L}{0,8 \sqrt{H_m}}$$

dove:

- L è la lunghezza dell'asta principale espressa in km;
- A è l'area del bacino espressa in km²;
- H_m è l'altezza media del bacino riferita alla sezione di chiusura, espressa in m;

- M e d sono due costanti numeriche che assumono, in funzione rispettivamente del tipo di utilizzazione del suolo e della permeabilità del terreno, i valori riportati nella tabella seguente.

Tipo di copertura	M
Terreno nudo	0,667
Terreni coperti con erbe rade	0,250
Terreni coperti da bosco	0,200
Terreni coperti da prato permanente	0,167
Permeabilità	d
Terreni semi-impermeabili	1,270
Terreni poco permeabili	0,960
Terreni mediamente permeabili	0,810
Terreni molto permeabili	0,690

La lunghezza del Rio del Vuoto e l'estensione areale del bacino sono già state ricavate come menzionato precedentemente al § 2.2; mentre, per il calcolo dell'altezza media del bacino H_m rispetto alla sezione di chiusura, si suddivide la sua superficie A in aree parziali A_j comprese tra due curve di livello e a ciascuna area A_j si assegna una quota media h_j pari alla quota media delle quote delle curve di livello che la delimitano. L'altitudine h_m è la media pesata delle quote h_j con peso la superficie parziale:

$$h_m = \frac{\sum h_j A_j}{\sum A_j} = \frac{\sum h_j A_j}{A}$$

Il bacino in esame è stato suddiviso nelle aree A_j rappresentate nella Fig. 5 sottostante.

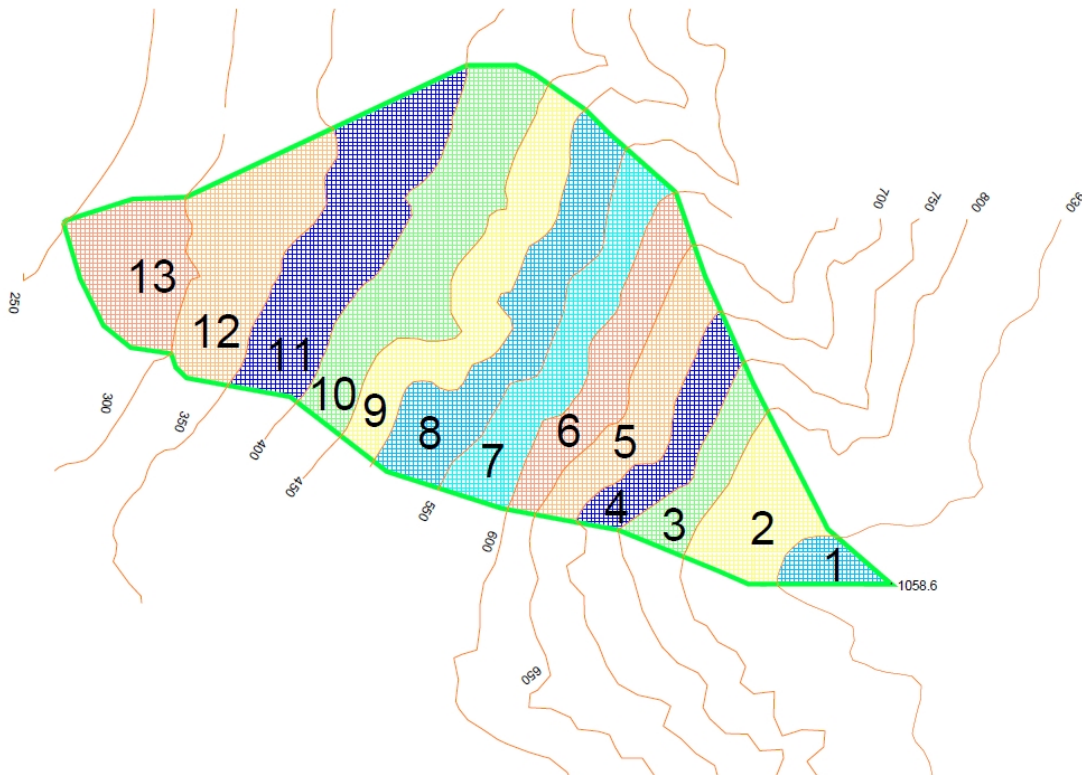


Figura 5: Suddivisione del bacino in aree parziali tra curve di livello

Il calcolo dell'altitudine h_m viene riportato nella tabella seguente

j	$A_j \text{ (m}^2\text{)}$	$h_j \text{ (m s.l.m.)}$	$A_j h_j / A \text{ (m s.l.m.)}$
1	9662	994	16,87
2	32680	865	49,66
3	21411	775	29,15
4	26056	725	33,19
5	36772	675	43,61
6	38495	625	42,27
7	47960	575	48,45
8	59510	525	54,89
9	55603	475	46,40
10	73262	425	54,70
11	73230	375	48,25
12	56631	325	32,34
13	37918	275	18,32
	$\sum A_j \text{ (m}^2\text{)}$		$\sum A_j h_j / A \text{ (m s.l.m.)}$
	569190		$h_m = 518,10$

L'altezza media del bacino H_m rispetto alla sezione di chiusura si ottiene dalla differenza tra l'altitudine media h_m e l'altitudine della sezione di chiusura (250 m s.l.m.) ed è pari a circa **268,10 m**.

Scegliendo per **M** e **d** rispettivamente i valori di **0,2** e **0,96** ottiene un tempo di corrivazione

$$T_c = 0,453 \text{ ore} = 27,19 \text{ min.}$$

2.5 Calcolo della portata critica con il modello della corrivazione

Per la trasformazione afflussi-deflussi si decide di utilizzare il modello della corrivazione applicato alla formula razionale.

Secondo il modello della corrivazione, la durata critica θ_c dell'evento che produce la massima portata al colmo Q_c (portata critica) è pari al tempo di corrivazione del bacino T_c .

Si ottiene dunque la seguente formula della portata critica Q_c [l/s].

$$Q_c = 2,78 \cdot \varphi \cdot S \cdot a \cdot T_c^{n-1}$$

dove:

- φ = coefficiente di afflusso del bacino calcolato al § 2.3;
- S = area del bacino in ha indicata al § 2.2;
- a = parametro della cpp indicata al § 2.1;
- n = parametro della cpp indicata al § 2.1;
- T_c = tempo di corrivazione del bacino in ore calcolato al § 2.4.

Il valore della portata critica risulta pari a circa **$Q_c = 8300 \text{ l/s} = 8,3 \text{ m}^3/\text{s}$**

3. Verifica della sezione di attraversamento in progetto

Determinata la portata di piena critica, è necessario verificare che la stessa possa defluire nella sezione di attraversamento in progetto, indicata in rosso nella Fig. 6 sottostante.

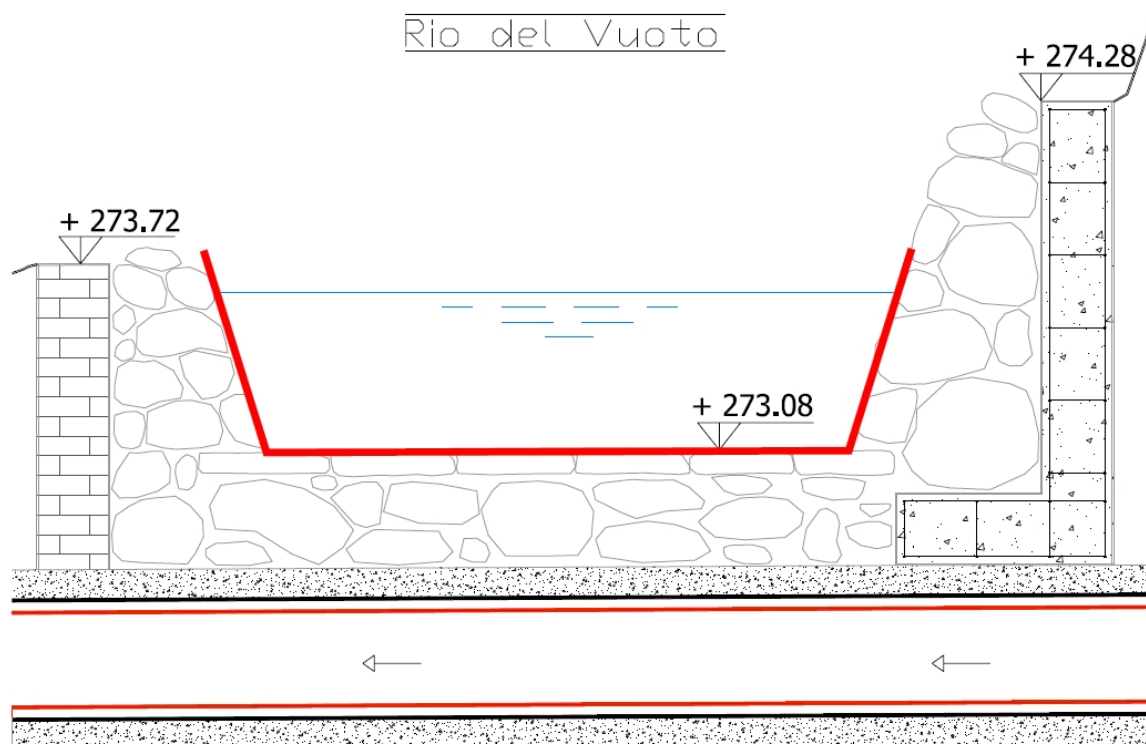


Figura 6: Sezione di attraversamento del Rio del Vuoto in progetto

Note le caratteristiche geometriche della sezione in progetto, assegnando all'alveo un coefficiente di scabrezza di Strickler k_s pari a $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, ricavato dai valori presenti in letteratura per i corsi d'acqua naturali con grossi ciottoli o con grossi massi sull'alveo, ed una pendenza i pari a circa il 22%, ricavata dallo studio delle curve di livello per il tratto in esame, per una portata di circa 8300 l/s si può ricavare il tirante h che defluisce nella sezione suddetta attraverso la formula di Chézy

$$Q = k_s \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

ottenendo i risultati indicati nella tabella riepilogativa seguente.

h [m]	b [m]	A [m²]	P [m]	R [m]	$k_s \text{ [m}^{1/3}/\text{s}]$	Q [l/s]
0,53	2	1,148	3,110	0,3689	30	8306

Il tirante **h** così ricavato è pari a circa **53 cm** e si colloca ad una quota inferiore di 11 cm rispetto alla quota del muro di sostegno più basso sulla sinistra idrografica dell'alveo del Rio del Vuoto nella sezione in progetto, per cui è possibile affermare che la portata di piena che si verifica nella sezione di attraversamento per un tempo di ritorno di 100 anni può defluire nella sezione in progetto senza superare le quote degli argini esistenti.

Borgomanero, Dicembre 2019

Il Progettista:
Ing. Matteo Ferrero