

REGIONE
PIEMONTE

PROVINCIA DI
CUNEO

COMUNE DI ACCEGLIO

PSR 2014-2020 - MIS. M4
OPERAZIONE 4.3.4

INFRASTRUTTURE PER L'ACCESSO E LA
GESTIONE DELLE RISORSE PASTORALI

ALPEGGI VALLONE DEL MOLLASCO
AD ACCEGLIO

Redatto da:				
Codice:	MA225E03_0			
Data:	Marzo 2018			
Rev:	0	1	2	3

Note:

Fase progettuale:

PROGETTO ESECUTIVO

N° Elaborato

3

RELAZIONE IDRAULICA E DI
DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI
REGIMAZIONE DELLE ACQUE

Data:

Marzo 2018

Scala:

Il Progettista:

Dott. Ing. Livio MARTINA

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI CUNEO

COMUNE DI ACCEGLIO

PSR 2014-2020 - MIS. M4

OPERAZIONE 4.3.4 MIGLIORAMENTO FABBRICATI DI ALPEGGIO

INFRASTRUTTURE PER L'ACCESSO E LA GESTIONE DELLE RISORSE
PASTORALI

ALPEGGI VALLONE DEL MOLLASCO AD ACCEGLIO

ESECUTIVO

RELAZIONE IDRAULICA E DI DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI REGIMAZIONE
DELLE ACQUE

Indice:

1	PREMESSA	3
2	STUDIO IDROLOGICO	3
2.1	Premessa	3
2.2	BACINO IMBRIFERO	3
2.2.1	descrizione dei bacini imbriferi	3
2.3	portate di piena	6
2.3.1	Stima delle precipitazioni	6
2.3.2	Stima del tempo di corrivazione	7
2.3.3	Stima del coefficiente di deflusso	8
2.3.4	Calcolo delle portate	8
3	VERIFICHE IDRAULICHE	11
3.1	Premessa	11
3.2	Guado sul rio Baretta	11

3.3	Canaletta longitudinale	15
3.4	Tombinature	17
3.5	Tagliaacqua trasversali	22

1 PREMESSA

La presente relazione di dimensionamento e verifica delle opere di regimazione idraulica è relativa al progetto di una nuova pista, finalizzata a consentire l'accesso agli alpeggi ubicati nella parte alta del vallone del Mollasco, attualmente interrotto a causa di frequenti cadute di massi sul sedime stradale. Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo tratto di pista in area non coinvolta da detti fenomeni.

La pista pastorale in progetto ha uno sviluppo lineare di 1221 metri e si sviluppa, dipartendosi dalla Strada dei Serri in località Grange Ponza, seguendo le curve di livello sopra Le baite di Verzio di Sotto. Il primo tratto si sviluppa su un pianoro adibito a pascolo fin verso le grange di Verzio sotto per l'appunto.

Da queste grange, seguendo il sentiero pedonale che collegava le grange alla cappella di Madonna delle Grazie, si snoda a mezza costa la nuova viabilità.

Il progetto ha ottenuto l'ammissibilità al finanziamento comunicato dalla Regione Piemonte con protocollo n. 220942-SIAP del 27/09/2017 per un importo ammesso al finanziamento di € 294.544,18 previsto dall'Operazione 4.3.4 "Infrastrutture per l'accesso e la gestione delle risorse forestali e pastorali" del PSR2014-2020 nelle tipologie superfici d'alpeggio - pista trattabile.

Con Decreto del Sindaco n. 10 del 23/03/2018 il Comune di Acceglio ha approvato il progetto esecutivo.

2 STUDIO IDROLOGICO

2.1 PREMESSA

Lo studio idrologico ha preso in considerazione la porzione di versante che sottende il nuovo tratto di viabilità in progetto, in particolare, ai fini del dimensionamento delle opere di regimazione idraulica dell'opera sono stati analizzati i seguenti bacini:

- Bacino del rio Baretta, per il dimensionamento e la verifica dell'attraversamento del rio stesso;
- Porzioni di versante scolanti direttamente sulla piattaforma stradale, per il dimensionamento e la verifica della canaletta longitudinale.

2.2 BACINO IMBRIFERO

2.2.1 descrizione dei bacini imbriferi

Il bacino in esame è posto in sinistra orografica del vallone del T. Mollasco, affluente di sinistra, a sua volta del T. Maira. Il bacino complessivo che sottende il tratto di pista in progetto trae origine dalla Cresta Sebolet, che delimita il vallone dei serri, ad est, dalla porzione superiore del vallone del Mollasco, ad ovest. La quota massima del bacino è pari a circa 2720 m, mentre la

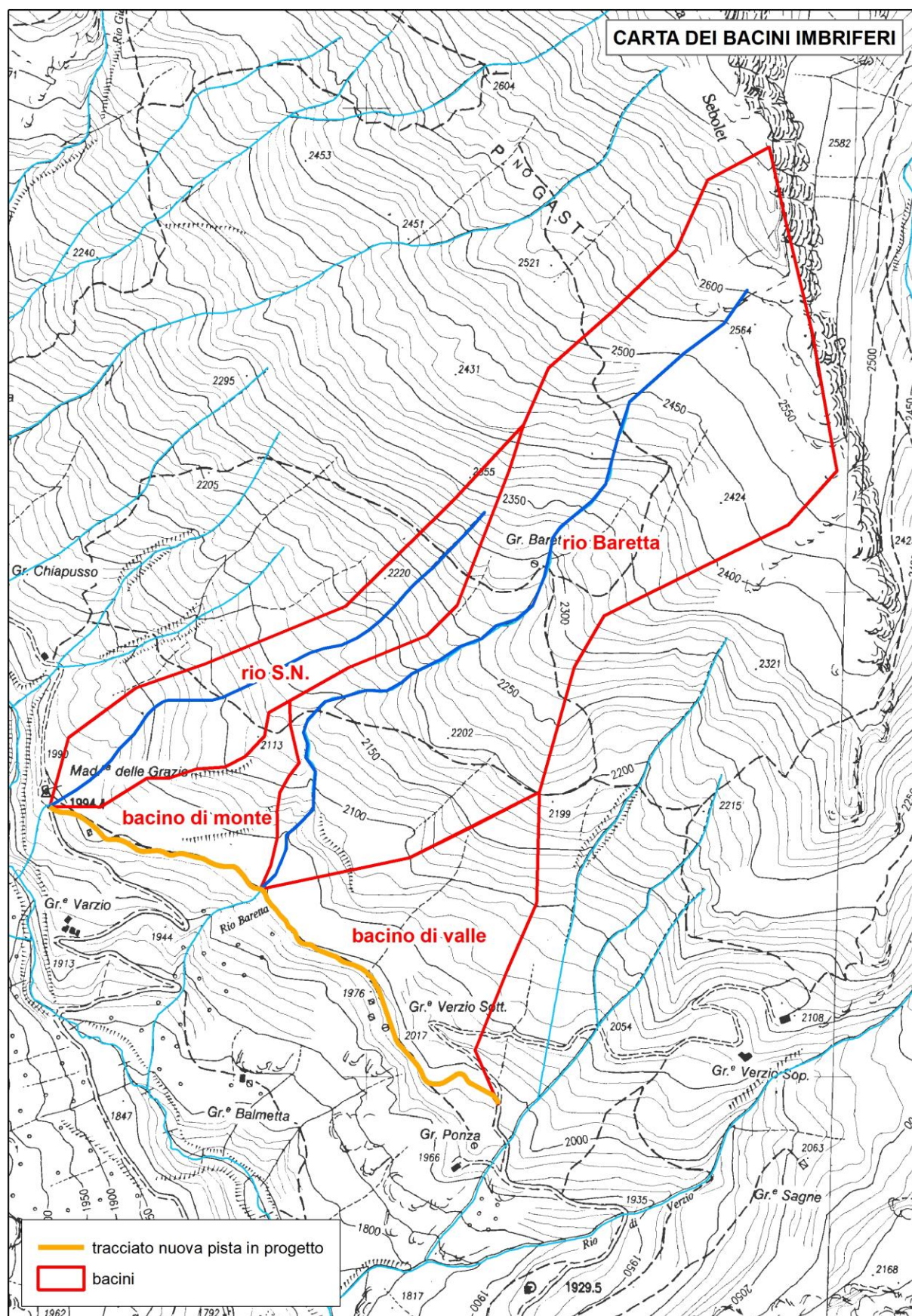
sezione di chiusura, per quanto riguarda il bacino principale, quello del rio Baretta, è pari a 2002 m circa.

Il rio Baretta è l'unico corso d'acqua propriamente detto che interseca la nuova pista in progetto, in corrispondenza della parte centrale della stessa, mentre la rimanente parte dei versanti, non presentando impluvi significativi, scola le acque meteoriche in modo diffuso lungo la pista stessa.

I versanti presentano una pendenza abbastanza uniforme, mediamente del 43% circa, mentre l'asta del rio Baretta ha una pendenza media del 35% con andamento rettilineo. Lungo l'asta e sui versanti non sono state individuate opere di difesa o di regimazione idraulica.

L'uso del suolo è interamente costituito da formazioni prative, utilizzate principalmente a pascolo.

Nella figura seguente sono individuati i bacini imbriferi di riferimento, il bacino del rio Baretta, il bacino del rio senza nome, con sezione di chiusura nei pressi della chiesa della Madonna delle Grazie, ed i due bacini, o porzioni di versante afferenti direttamente all'infrastruttura.



Nella seguente tabella sono riassunte le principali caratteristiche dei bacini.

	Rio Baretta	Rio S.N.	bacino monte	Bacino valle
Lunghezza asta principale (km)	1.75	1.12	0.152	0.23
Superficie (kmq)	0.66	0.17	0.08	0.170
Altezza media (m)	2355.00	2149.00	2054.00	2065.00
Quota di chiusura (m)	2002.00	1990.00	1995.00	1997.00
Pendenza media dell'asta	35%	31%	43%	43%

La definizione delle suddette grandezze è stata effettuata mediante l'impiego di software GIS, basandosi sul modello digitale del terreno (Geoportale Regione Piemonte).

Per la determinazione della lunghezza media delle aste, relative ai bacini "monte" e "valle", si è proceduto dividendo la superficie del bacino, comprensiva della piattaforma stradale, per la lunghezza del tratto sotteso, ottenendo così una lunghezza "equivalente" assunta come media di riferimento per l'intero bacino. Allo stesso modo la quota di chiusura è stata calcolata come quota media della piattaforma stradale.

2.3 PORTATE DI PIENA

Si procede ora al calcolo delle portate di piena per i tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni, in accordo con la Direttiva PAI sulla Piena di Progetto.

2.3.1 Stima delle precipitazioni

Circa le precipitazioni da assumere alla base del calcolo della portata di progetto si sono adottate le curve di possibilità pluviometrica proposte dal Piano Stralcio per L'Assetto Idrogeologico (PAI) – Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica - Allegato 3: Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense.

L'allegato 1 alla presente contiene un reticolo avente maglia di 2 Km ove per ciascuna cella viene data la corrispondente curva di possibilità pluviometrica. In allegato sono riportati tutte le celle utilizzate ed i corrispondenti valori dei parametri delle curve che sono del tipo

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

dove:

h = rappresenta l'altezza di precipitazione espressa in mm

t = rappresenta la durata della precipitazione espressa in ore

a ed n = rappresentano parametri corrispondenti alle caratteristiche pluviometriche.

Nel caso in esame la cella di riferimento è la U135:

	U135	
TR	a	n
20	21.5	0.484
100	27.04	0.482
200	29.4	0.482
500	32.51	0.481

Sulla base delle curve individuate, la determinazione della portata di progetto è stata condotta mediante l'adozione del modello cinematico o di corrivazione, per quanto attiene la trasformazione degli afflussi meteorici nel fenomeno di formazione della piena.

Il modello individua come durata critica della precipitazione quella corrispondente ad un tempo pari a quello di corrivazione.

2.3.2 Stima del tempo di corrivazione

La determinazione di tale tempo di corrivazione del bacino può essere fatta, per bacini con caratteristiche analoghe a quelle in esame, mediante l'utilizzo di diverse formule, in questo caso è stata adottata la formula di Giandotti.

Nella seguente tabella sono riassunti i parametri morfometrici dei bacini che verranno utilizzati per i calcoli:

	Rio Baretta	bacino monte	Bacino valle
L (km)=	1.75	0.152	0.23
S (kmq) =	0.66	0.08	0.170
Hm=	2355.00	2054.00	2065.00
h chiu=	2002.00	1995.00	1997.00
ia	35%	43%	43%

dove.

S = rappresenta l'estensione del bacino (Km²)

L = rappresenta la lunghezza dell'asta principale (km)

H = rappresenta l'altitudine media del bacino imbrifero sotteso, (m.s.m).

h = rappresenta la quota della sezione considerata (m.s.m).

ia = rappresenta la pendenza media dell'asta



Sostituendo i valori sopra indicati si ottiene un tempo di corrivazione, secondo la formulazione di Giandotti pari a:

- Rio Baretta 0.39 ore;
- Rio S.N. 0.33 ore
- Bacino monte 0.22 ore;
- Bacino valle 0.30 ore.

2.3.3 Stima del coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso è stato valutato in base ad all'uso del suolo del bacino idrografico, alla morfologia e alla conformazione dello stesso ed in riferimento alla seguente tabella che, appunto, fornisce una stima del valore di C in base alle dette caratteristiche.

Coefficienti di deflusso raccomandati da Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964

Tipo di suolo	c	
	Uso del suolo	
	Coltivato	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0,40	0,30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

Nel caso in esame è stato assunto un valore di c pari a 0.4.

2.3.4 Calcolo delle portate

Il calcolo della portata di piena deriva dalla seguente formulazione:

$$Q_{max} = C \cdot h \cdot S / T_c$$

dove:

c = coefficiente di deflusso

h = altezza di pioggia per un tempo t = T_c

S = superficie del bacino in Km²

Sostituendo i valori precedentemente calcolati si ottengono i seguenti risultati:

Bacino del rio Baretta

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
20	21.5	0.484	13.63	34.95
100	27.04	0.482	17.18	44.05
200	29.4	0.482	18.67	47.87
500	32.51	0.481	20.67	53.00

PORTATE RIO BARETTA		
TR	Q mc/s	q (mc/s)/kmq
20	2.6	3.94
100	3.2	4.85
200	3.5	5.30
500	3.9	5.91

Bacino del Rio s.n.

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
20	21.5	0.484	12.57	38.09
100	27.04	0.482	15.85	48.03
200	29.4	0.482	17.23	52.21
500	32.51	0.481	19.07	57.79

PORTATE RIO S.N.		
TR	Q (l/s)	q
20	719.5	4232.35
100	907.2	5336.47
200	986.2	5801.18
500	1091.6	6421.18

Bacino di monte

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
20	21.5	0.484	10.33	46.95
100	27.04	0.482	13.03	59.23
200	29.4	0.482	14.17	64.41
500	32.51	0.481	15.69	71.32

PORTATE B. MONTE

TR	Q l/s	Q (l/s)/kmq
20	400.	5282.20
100	500.	6602.75
200	540.	7130.97
500	600.	7923.30

Le portate calcolate si riferiscono all'intero tratto di infrastruttura sottesa, dividendo tale valore per la lunghezza del tratto si ottiene una stima dell'afflusso medio specifico, per ogni ml di infrastruttura. Questo valore verrà in seguito utilizzato per definire la portata di riferimento dei diversi tratti di canaletta.

Considerando dunque una lunghezza del tratto pari a 490 m, si ottiene un valore di portata specifica, per tempo di ritorno 20 anni, pari a 0.82 l/s per metro lineare di infrastruttura.

Bacino di valle

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				
TR	a	n	h	i
20	21.5	0.484	12.01	40.03
100	27.04	0.482	15.13	50.43
200	29.4	0.482	16.46	54.87
500	32.51	0.481	18.22	60.73

PORTATE B. VALLE		
TR	Q l/s	q (l/s)/kmq
20	760.	4465.60
100	950.	5582.00
200	1040.	6110.82
500	1150.	6757.15

Le portate calcolate si riferiscono all'intero tratto di infrastruttura sottesa, dividendo tale valore per la lunghezza del tratto si ottiene una stima dell'afflusso medio specifico, per ogni ml di infrastruttura. Questo valore verrà in seguito utilizzato per definire la portata di riferimento dei diversi tratti di canaletta.

Considerando dunque una lunghezza del tratto pari a 730 m, si ottiene un valore di portata specifica, per tempo di ritorno 20 anni, pari a 1.04 l/s per metro lineare di infrastruttura.

3 VERIFICHE IDRAULICHE

3.1 PREMESSA

Viste le condizioni dell'alveo e le caratteristiche dei manufatti è stata condotta un'analisi in moto uniforme mediante la formula di Chezy:

$$v = k \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

Dove:

v = velocità dell'acqua [m/s];

k = scabrezza = $c \cdot R^{1/6}$

c = coeff. di scabrezza di Strickler [$m^{1/3}/s$]

R = raggio idraulico [m];

i = pendenza di fondo scorrevole

$$Q = v \cdot \Omega$$

Q = portata [m^3/s]

Ω = sezione bagnata [m^2]

Per quanto riguarda il coefficiente di scabrezza si sono adottati, in conformità con la letteratura tecnica corrente ed i rilievi in posto eseguiti, i seguenti valori del coefficiente di scabrezza c

- Per le tubazioni in cls in progetto c pari a $60 m^{1/3}/s$;
- Per i canali in pietra in progetto c pari a $50 m^{1/3}/s$;
- Per canali in terra c pari a $40 m^{1/3}/s$;

3.2 GUADO SUL RIO BARETTA

L'attraversamento del rio Baretta alla pk 0+491 avviene con un guado realizzato con una tubazione in cls diametro 1000 mm e solettone a corda molle in massi cementati.

Per le verifiche del guado, in fase di progetto, sono state effettuate le seguenti assunzioni:

- portata TR20: transita nella tubazione in cls
- portate per TR100 e 200: il guado risulta sommergibile e la portata transita al di sopra del piano stradale

Verifica tubazione per tr20

Come detto in premessa è stata effettuata una verifica in moto uniforme, utilizzando la formula di Chezy.

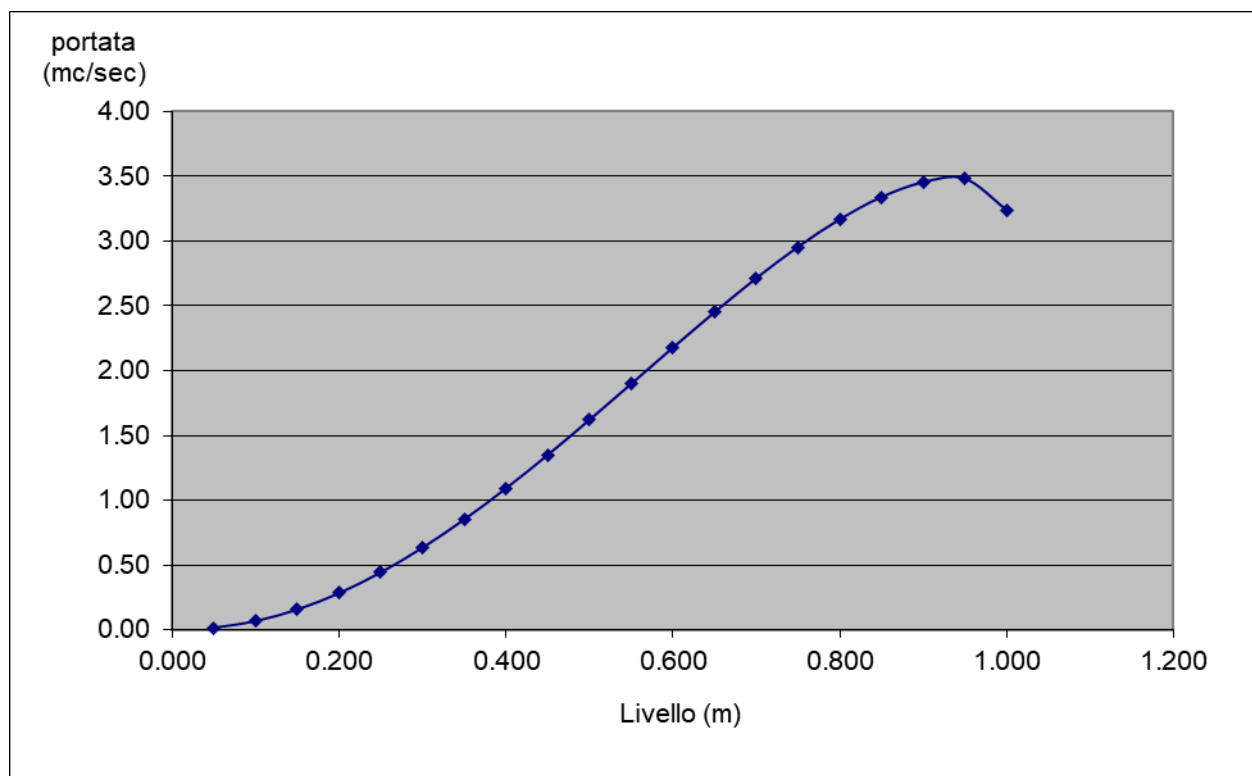
I valori utilizzati sono i seguenti:

- Q: 2.60 mc/s
- i : 3‰
- C di Strickler: 60
- D tubazione: 1 m

E' stato appositamente utilizzato un valore di scabrezza cautelativo, al fine di valutare il comportamento dell'opera in condizioni di esercizio prolungato e con scarsa manutenzione.

Di seguito si riporta la scala di deflusso della tubazione

livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (mc/sec)
0.050	0.05	0.01	0.45	0.03	1.06	0.02
0.100	0.1	0.04	0.64	0.06	1.65	0.07
0.150	0.15	0.07	0.80	0.09	2.13	0.16
0.200	0.2	0.11	0.93	0.12	2.54	0.28
0.250	0.25	0.15	1.05	0.15	2.89	0.44
0.300	0.3	0.20	1.16	0.17	3.20	0.63
0.350	0.35	0.24	1.27	0.19	3.48	0.85
0.400	0.4	0.29	1.37	0.21	3.72	1.09
0.450	0.45	0.34	1.47	0.23	3.94	1.35
0.500	0.5	0.39	1.57	0.25	4.12	1.62
0.550	0.55	0.44	1.67	0.26	4.29	1.90
0.600	0.6	0.49	1.77	0.28	4.42	2.18
0.650	0.65	0.54	1.88	0.29	4.53	2.45
0.700	0.700	0.587	1.982	0.296	4.618	2.71
0.750	0.75	0.63	2.09	0.30	4.67	2.95
0.800	0.8	0.67	2.21	0.30	4.70	3.17
0.850	0.85	0.71	2.35	0.30	4.69	3.34
0.900	0.9	0.74	2.50	0.30	4.64	3.45
0.950	0.95	0.77	2.69	0.29	4.52	3.48
1.000	1	0.79	3.14	0.25	4.13	3.24



Come si evince dalla tabella e dal grafico sopra riportati la tubazione risulta verificata per il TR20 con un riempimento massimo del 70%.

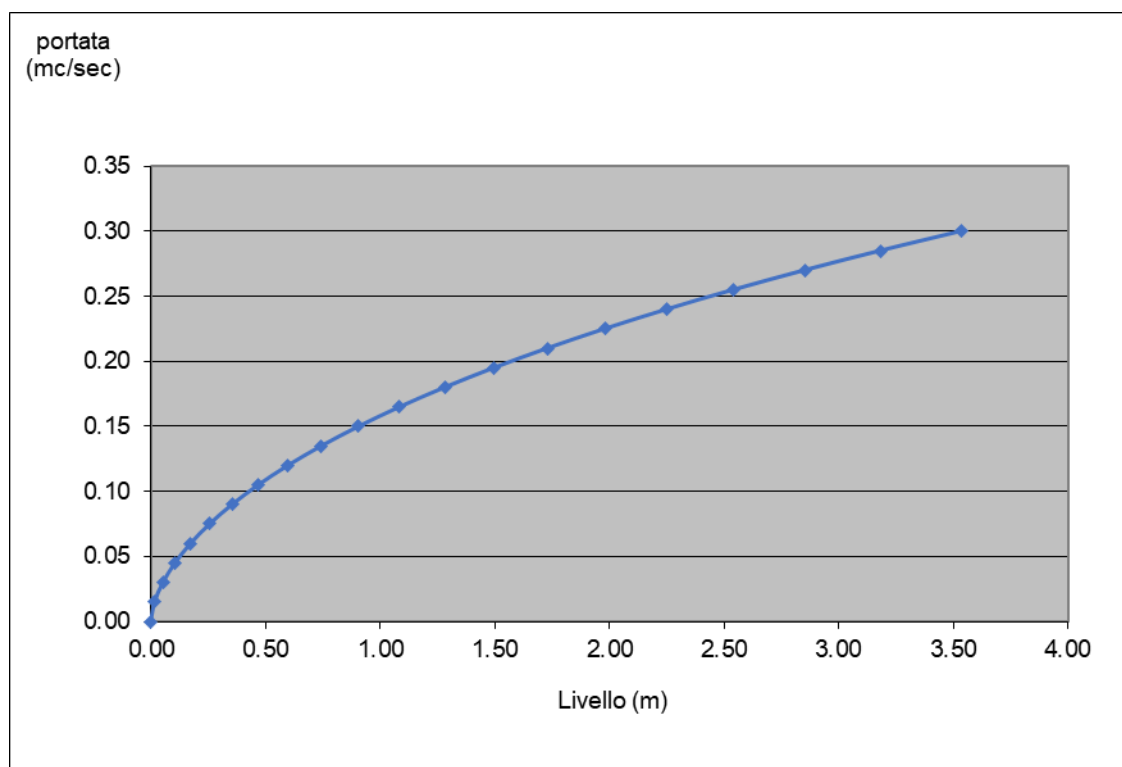
Verifica guado per TR100 e TR200

Al fine della verifica del guado, dell'individuazione del tirante atteso sullo stesso e dell'estensione del tratto di pista interessato, si è assunto che il guado si comporti al pari di un canale di sezione trapezia, pavimentata in pietra, avente le seguenti caratteristiche:

- ampiezza fondo: 1 m
- sponde: larghezza sponde 2m altezza sponde 0.3 m
- pendenza verso valle: 3%
- C di Strickler: 60

Di seguito si riporta la scala di deflusso del guado:

livello (m)	larghezza pelo libero (m)	superficie bagnata (m ²)	perimetro bagnato (m)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	2.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00
0.02	2.20	0.03	2.20	0.01	0.51	0.02
0.03	2.40	0.07	2.40	0.03	0.79	0.05
0.05	2.60	0.10	2.61	0.04	1.01	0.10
0.06	2.80	0.14	2.81	0.05	1.20	0.17
0.08	3.00	0.19	3.01	0.06	1.36	0.26
0.09	3.20	0.23	3.21	0.07	1.51	0.35
0.11	3.40	0.28	3.42	0.08	1.65	0.47
0.12	3.60	0.34	3.62	0.09	1.78	0.60
0.14	3.80	0.39	3.82	0.10	1.90	0.74
0.15	4.00	0.45	4.02	0.11	2.01	0.90
0.17	4.20	0.51	4.22	0.12	2.12	1.08
0.18	4.40	0.58	4.43	0.13	2.22	1.28
0.20	4.60	0.64	4.63	0.14	2.32	1.50
0.21	4.80	0.71	4.83	0.15	2.42	1.73
0.23	5.00	0.79	5.03	0.16	2.51	1.98
0.24	5.20	0.86	5.24	0.17	2.61	2.25
0.26	5.40	0.94	5.44	0.17	2.69	2.54
0.27	5.60	1.03	5.64	0.18	2.78	2.85
0.29	5.80	1.11	5.84	0.19	2.86	3.18
0.30	6.00	1.20	6.04	0.20	2.95	3.54



Dall'analisi della scala di deflusso si evince che la portata per TR200, pari a 3.5 mc/s, risulta completamente contenuta all'interno della sezione di guado pavimentata. Tale verifica risulta ulteriormente cautelativa in quanto la tubazione posta al di sotto del guado è stata considerata assolutamente non collaborante al deflusso di piena.

3.3 CANALETTA LONGITUDINALE

La canaletta longitudinale verrà realizzata in terra, con sezione trapezia, con fondo scorrevole da 0.3 m, larghezza in testa 0.5 m e profondità 0.3 m.

Il dimensionamento e la verifica delle opere di regimazione longitudinale (canaletta bordo strada) è stata effettuata, come da normativa, per il tempo di ritorno 20 anni.

Il tracciato stradale è stato suddiviso in tratti omogenei, per pendenza longitudinale e punto di recapito nelle tombinature di attraversamento del corpo stradale, per ogni tratto omogeneo è stata calcolata la portata di riferimento in base alla lunghezza del tratto ad all'apporto specifico precedentemente calcolato, e dette portate sono state via via sommate in cascata per i tratti consecutivi, fino al punto di recapito.

Il calcolo è stato effettuato, analogamente ai casi precedenti, mediante la formula di Chesy, impostando la sezione della canaletta di progetto e la pendenza per ogni singolo tratto, il valore di scabrezza assunto C è pari a 40.

Nella tabella seguente sono stati riportati tutti i tratti, in base alle progressive, con le relative portate calcolate e quelle di verifica.

	prog. Inizio	prog. Fine	lunghezza	pendenza (%)	q specifica l/s per ml	Q tratto l/s	Q totale l/s	Q massima di verifica
tombino 1							146	
↑	0	50	50	14.99	0.82	41	83	478
	50	75	25	17.76	0.82	21	42	520
	75	100	25	5.51	0.82	21	21	290
↓	100	125	25	0.49	0.82	21	21	86
	125	150	25	7.95	0.82	21	42	348
	150	175	25	6.5	0.82	21	63	314
	175	200	25	0.56	0.82	21	84	92
tombino 2							126	0
↑	200	225	25	0.89	0.82	21	42	116
	225	250	25	2.63	0.82	21	21	200
	250	300	50	0.3	0.82	41	41	68
tombino 3							41	
↓	300	375	75	0.3	0.82	62	62	68
tombino 4							124	0
↑	375	400	25	1.88	0.82	21	62	169
	400	450	50	3.56	0.82	41	41	233
↓	450	475	25	0.93	0.82	21	21	119
	475	491	16	5.24	0.82	13	34	282
guado							56	
↑	491	512	21	2.82	1.04	22	22	207
	512	550	38	7.99	1.04	40	40	349
	550	575	25	4.13	1.04	26	66	251
tombino 5							118	0
↑	575	625	50	1.59	1.04	52	52	156
↑	625	650	25	1.64	1.04	26	26	158
	650	675	25	8.56	1.04	26	52	361
	675	700	25	10.46	1.04	26	78	399
	700	725	25	14.23	1.04	26	104	465
	725	750	25	3.81	1.04	26	130	241
	750	771	21	8.02	1.04	22	152	349
tombino 6							182	0
↑	771	800	29	2.19	1.04	30	30	183
	800	825	25	0.92	1.04	26	26	118
	825	850	25	7.25	1.04	26	52	332
	850	875	25	0.43	1.04	26	78	81
tombino 7							130	0
↑	875	900	25	5.85	1.04	26	52	298
	900	925	25	2.99	1.04	26	26	213
	925	950	25	7.61	1.04	26	26	340
tombino 8							182	
↑	950	1000	50	5.43	1.04	52	156	287
	1000	1025	25	6.65	1.04	26	104	318
	1025	1050	25	11.13	1.04	26	78	412
	1050	1100	50	0.74	1.04	52	52	106
↓	1100	1125	25	1.36	1.04	26	26	144
tombino 9							104	0
↑	1125	1175	50	0.27	1.04	52	78	80
	1175	1200	25	1.76	1.04	26	26	164
	1200	1221	21	1.04	1.04	22	22	126

3.4 TOMBINATURE

All'inizio e lungo il tracciato, in corrispondenza dei tratti di profilo che presentano una situazione di corda molle, sono state posizionate 9 tombinature in attraversamento della strada, realizzate con tubazione in cls Ø 600 terminanti; che convogliano le acque collettate dalla canaletta longitudinale a valle del corpo stradale stesso.

Le portate di riferimento per i singoli attraversamenti sono state determinate sommando gli afflussi delle canalette che vi recapitano. Fa eccezione la tombinatura 1 che recepisce anche le acque del bacino a monte della chiesa della Madonna delle Grazie (rio S.N.).

La tubazione di attraversamento è costituita da un tubo in cls di diametro 60 cm e pendenza variabile, a seconda delle sezioni, da 1% a 24%.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa delle tombinature, con progressiva riferita al corpo stradale, pendenza, portata di progetto e portata massima smaltibile con riempimento del 70%. La verifica è stata effettuata per portate con TR 20 anni.

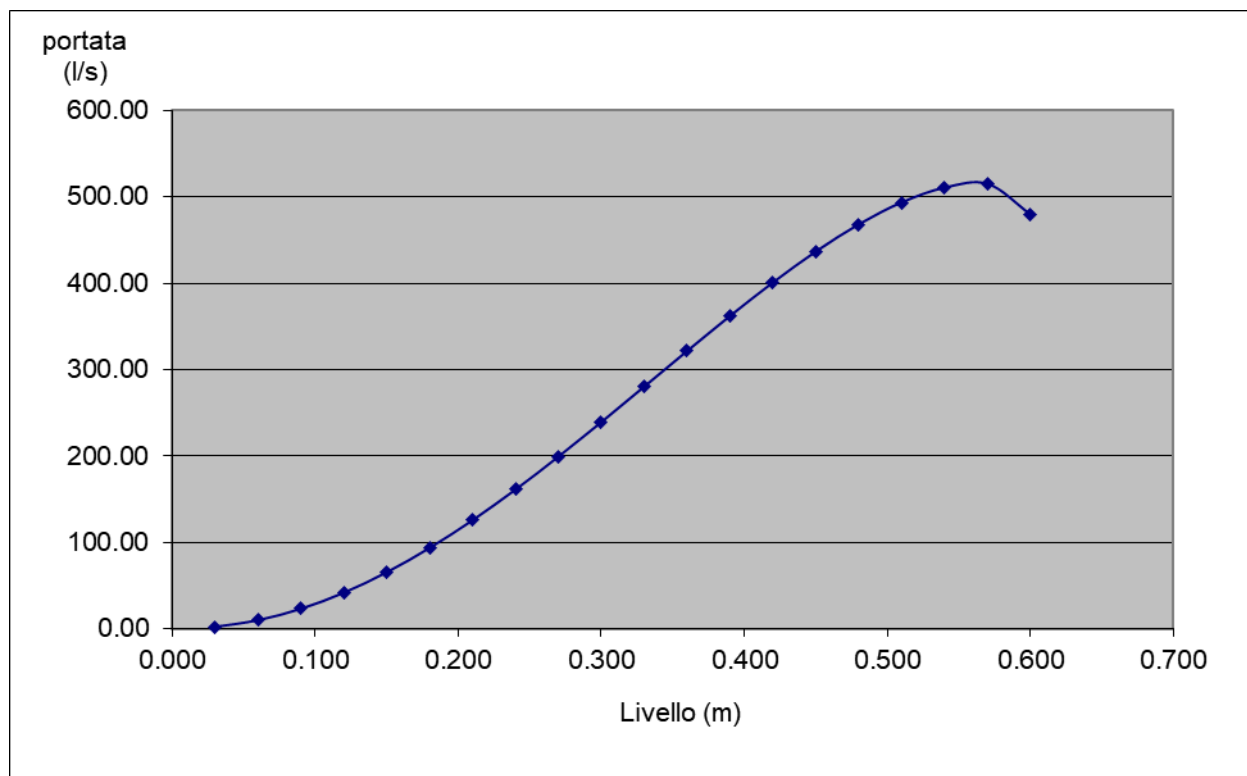
Tombinatura	Progressiva	Pendenza tubazione %	Q progetto l/s	Q max (l/s) con riempimento 70%
Tombino 1	0	10%	866	1268
Tombino 2	0+200	5%	126	897
Tombino 3	0+300	1%	41	401
Tombino 4	0+375	24%	124	1964
Tombino 5	0+575	5%	118	897
Tombino 6	0+775	5%	182	897
Tombino 7	0+875	5%	130	897
Tombino 8	0+950	24%	182	1964
Tombino 9	1+125	1%	104	401

Come si evince dalla tabella sopra riportata tutti gli attraversamenti risultano verificati per TR 20, con riempimento inferiore al 70% della tubazione.

Di seguito si riportano le scale di deflusso degli attraversamenti, per le 4 classi di pendenza della tubazione previste in progetto.

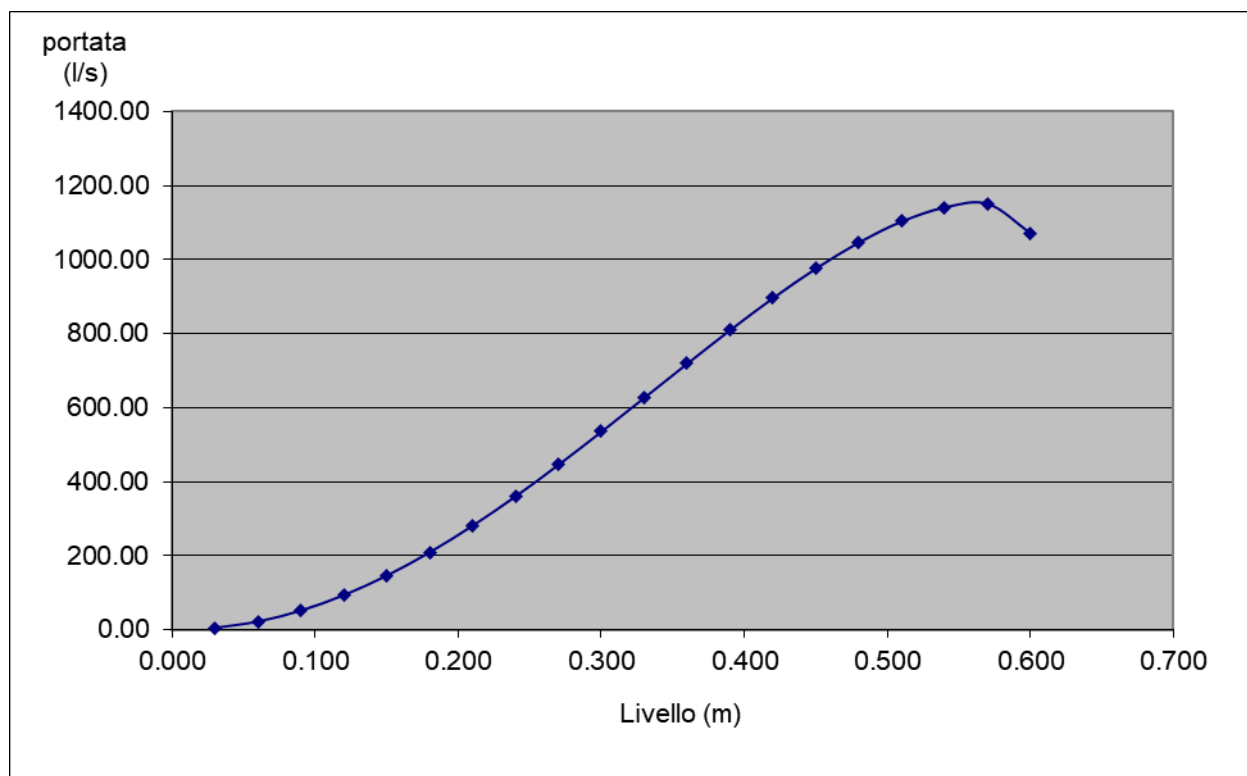
Pendenza 1%

livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (l/s)
0.030	0.05	0.01	0.27	0.02	0.44	2.30
0.060	0.1	0.01	0.39	0.04	0.68	10.00
0.090	0.15	0.03	0.48	0.06	0.88	23.28
0.120	0.2	0.04	0.56	0.07	1.04	41.94
0.150	0.25	0.06	0.63	0.09	1.19	65.60
0.180	0.3	0.07	0.70	0.10	1.31	93.79
0.210	0.35	0.09	0.76	0.12	1.43	125.93
0.240	0.4	0.11	0.82	0.13	1.53	161.39
0.270	0.45	0.12	0.88	0.14	1.62	199.49
0.300	0.5	0.14	0.94	0.15	1.69	239.46
0.330	0.55	0.16	1.00	0.16	1.76	280.51
0.360	0.6	0.18	1.06	0.17	1.82	321.76
0.390	0.65	0.19	1.13	0.17	1.86	362.27
0.420	0.700	0.211	1.189	0.178	1.897	400.98
0.450	0.75	0.23	1.26	0.18	1.92	436.72
0.480	0.8	0.24	1.33	0.18	1.93	468.14
0.510	0.85	0.26	1.41	0.18	1.93	493.51
0.540	0.9	0.27	1.50	0.18	1.90	510.44
0.570	0.95	0.28	1.61	0.17	1.85	514.62
0.600	1	0.28	1.88	0.15	1.69	479.09



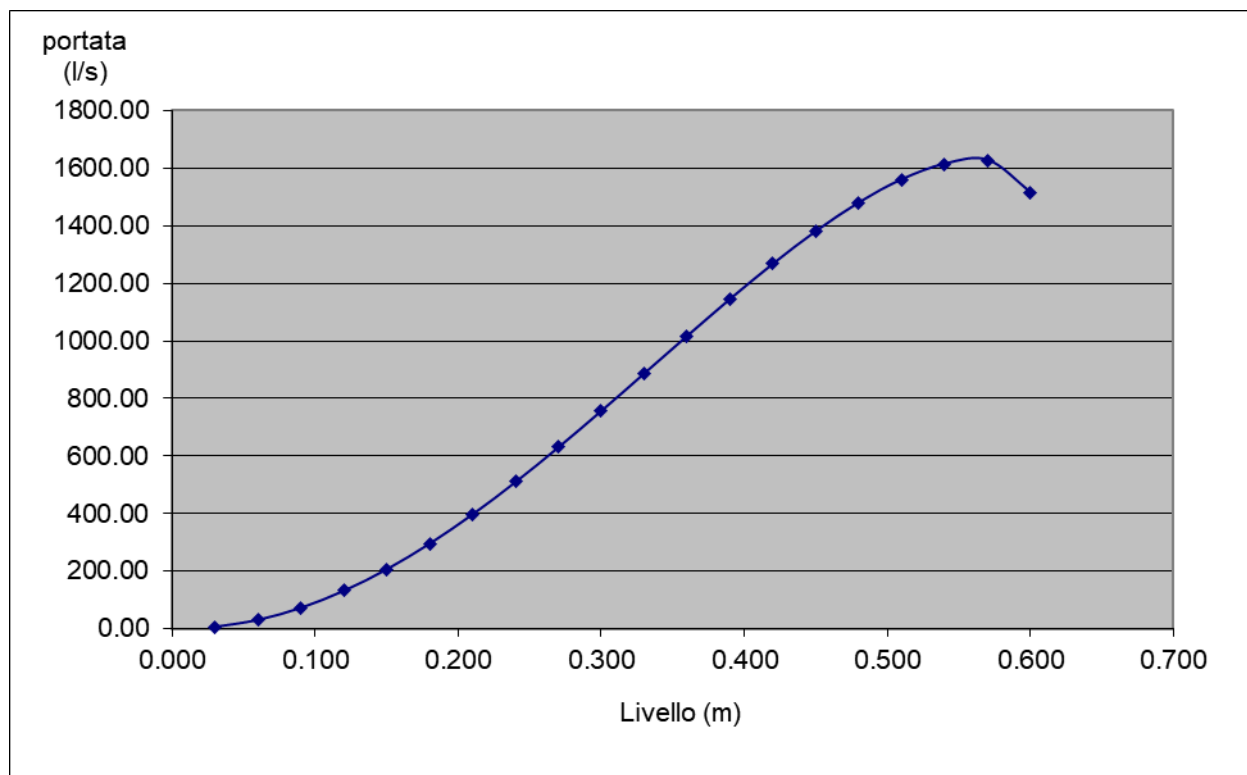
Pendenza 5%

livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (l/s)
0.030	0.05	0.01	0.27	0.02	0.97	5.14
0.060	0.1	0.01	0.39	0.04	1.52	22.36
0.090	0.15	0.03	0.48	0.06	1.96	52.06
0.120	0.2	0.04	0.56	0.07	2.33	93.78
0.150	0.25	0.06	0.63	0.09	2.65	146.70
0.180	0.3	0.07	0.70	0.10	2.94	209.72
0.210	0.35	0.09	0.76	0.12	3.19	281.59
0.240	0.4	0.11	0.82	0.13	3.42	360.89
0.270	0.45	0.12	0.88	0.14	3.61	446.07
0.300	0.5	0.14	0.94	0.15	3.79	535.46
0.330	0.55	0.16	1.00	0.16	3.94	627.25
0.360	0.6	0.18	1.06	0.17	4.06	719.49
0.390	0.65	0.19	1.13	0.17	4.16	810.05
0.420	0.700	0.211	1.189	0.178	4.241	896.61
0.450	0.75	0.23	1.26	0.18	4.29	976.55
0.480	0.8	0.24	1.33	0.18	4.32	1046.79
0.510	0.85	0.26	1.41	0.18	4.31	1103.52
0.540	0.9	0.27	1.50	0.18	4.26	1141.38
0.570	0.95	0.28	1.61	0.17	4.15	1150.72
0.600	1	0.28	1.88	0.15	3.79	1071.28



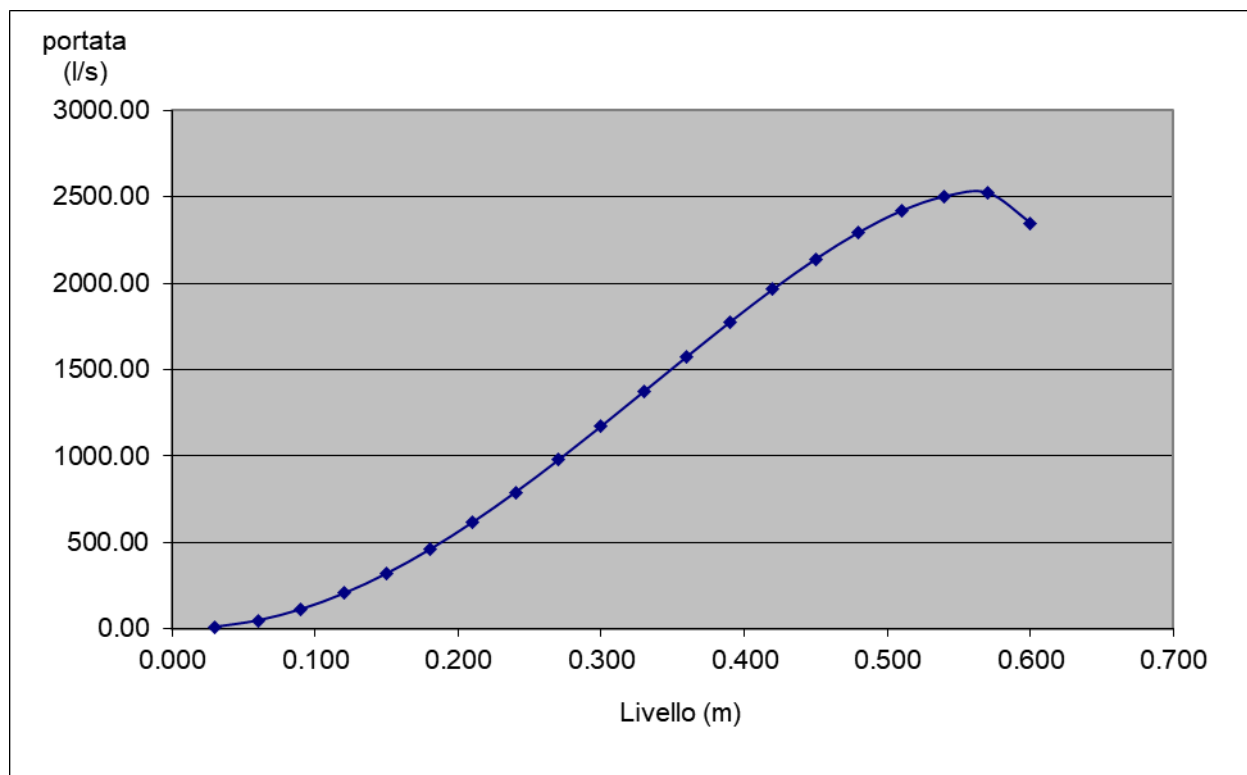
Pendenza 10%

livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (l/s)
0.030	0.05	0.01	0.27	0.02	1.38	7.27
0.060	0.1	0.01	0.39	0.04	2.15	31.62
0.090	0.15	0.03	0.48	0.06	2.77	73.62
0.120	0.2	0.04	0.56	0.07	3.29	132.63
0.150	0.25	0.06	0.63	0.09	3.75	207.46
0.180	0.3	0.07	0.70	0.10	4.16	296.59
0.210	0.35	0.09	0.76	0.12	4.52	398.22
0.240	0.4	0.11	0.82	0.13	4.83	510.37
0.270	0.45	0.12	0.88	0.14	5.11	630.84
0.300	0.5	0.14	0.94	0.15	5.36	757.25
0.330	0.55	0.16	1.00	0.16	5.57	887.06
0.360	0.6	0.18	1.06	0.17	5.74	1017.51
0.390	0.65	0.19	1.13	0.17	5.89	1145.59
0.420	0.700	0.211	1.189	0.178	5.998	1268.00
0.450	0.75	0.23	1.26	0.18	6.07	1381.04
0.480	0.8	0.24	1.33	0.18	6.10	1480.38
0.510	0.85	0.26	1.41	0.18	6.09	1560.61
0.540	0.9	0.27	1.50	0.18	6.02	1614.16
0.570	0.95	0.28	1.61	0.17	5.87	1627.36
0.600	1	0.28	1.88	0.15	5.36	1515.02



Pendenza 24%

livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (l/s)
0.030	0.05	0.01	0.27	0.02	2.13	11.27
0.060	0.1	0.01	0.39	0.04	3.33	48.98
0.090	0.15	0.03	0.48	0.06	4.29	114.05
0.120	0.2	0.04	0.56	0.07	5.10	205.47
0.150	0.25	0.06	0.63	0.09	5.81	321.40
0.180	0.3	0.07	0.70	0.10	6.44	459.47
0.210	0.35	0.09	0.76	0.12	7.00	616.93
0.240	0.4	0.11	0.82	0.13	7.49	790.66
0.270	0.45	0.12	0.88	0.14	7.92	977.29
0.300	0.5	0.14	0.94	0.15	8.30	1173.13
0.330	0.55	0.16	1.00	0.16	8.62	1374.23
0.360	0.6	0.18	1.06	0.17	8.90	1576.31
0.390	0.65	0.19	1.13	0.17	9.12	1774.73
0.420	0.700	0.211	1.189	0.178	9.292	1964.38
0.450	0.75	0.23	1.26	0.18	9.41	2139.51
0.480	0.8	0.24	1.33	0.18	9.46	2293.39
0.510	0.85	0.26	1.41	0.18	9.44	2417.68
0.540	0.9	0.27	1.50	0.18	9.33	2500.64
0.570	0.95	0.28	1.61	0.17	9.09	2521.09
0.600	1	0.28	1.88	0.15	8.30	2347.06



3.5 TAGLIAACQUA TRASVERSALI

I taglia acqua saranno realizzati con tondoni di legname, ancorati con picchetti in ferro al sedime stradale e disposti con un angolo di circa 45° rispetto all'asse stradale.

I taglia acqua sono stati posizionati lungo il tracciato con un interasse variabile, definito in base alla pendenza. Basandosi sulla letteratura disponibile sono stati adottati i criteri riportati nella seguente tabella.

Pendenza (%)	2÷5	5÷10	10÷15	15÷20
Haupt (1959)	41+76	24+41	18+24	14+18
Haussman e Pruett (1973)	95+150	60+95	35+60	
Packer (1967)	23+51	17+44	11+39	
Rothwell (1978)	46	31+61	15+46	
Swift (1985)	67+85	37+67	6+37	