

REGIONE AUTONOMA FRIULI - VENEZIA GIULIA

- PROVINCIA DI UDINE -

Committente:

COMUNE DI FAGAGNA

Lavoro:

LAVORI PER LA SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL FOSSO
TAMPOGNACCO

Fase:

PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato:

RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA

All. N:

2.1

Scala:

Progettazione:

D'ORLANDO E ASSOCIATI S.R.L

ing. Paolo Gerussi

ing. Paolo Clemente

Consulenze:

00	27-03-12	Emissione	Gerussi	Gerussi
Revisione	Data	Motivazioni	Redatto	Verificato

Studio Tecnico D'ORLANDO E ASSOCIATI SRL

Via Carducci, 62/A - 33100 Udine Tel. 0432 21883 Fax 0432 507304

e-mail: info@dorlandoeassociati.it

Materiale riservato di proprietà della D'Orlando e Associati S.r.l.

Vietata la divulgazione e/o riproduzione anche solo parziale



codice lavoro:

2435

Nome file: copertina:

Z:\Lavori\2435 - Tampognacco Fagagna\ESECUTIVO\Copertine\2435-ese-all2.1-rel-idro-rev00.doc

SOMMARIO

1.	PREMESSE.....	2
2.	ANALISI IDROLOGICA	2
2.1	Elaborazione statistico - probabilistica delle precipitazioni	2
2.1.1	Metodo di Gumbel	3
2.1.2	Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica	4
2.1.3	Elaborazione delle precipitazioni per la stazione di Udine.....	4
2.1.4	Serie storica dei dati di pioggia	4
3.	INDIVIDUAZIONE DEL BACINO E CALCOLO DELLE PORTATE	6
4.	IL PROGETTO.....	9

1. PREMESSE

La presente relazione idraulica accompagna la fase definitiva del progetto "Interventi per la sistemazione idrogeologica del Rio Tampognacco".

Una prima parte dell'elaborato riguarda l'analisi delle piogge per la stazione idrometrica di Udine, presupposto indispensabile per arrivare ad un dimensionamento delle sezioni del corso d'acqua e dei manufatti.

2. ANALISI IDROLOGICA

La conoscenza del regime di un corso d'acqua rappresenta il fondamento indispensabile per qualsiasi intervento sulle sue acque: interventi che possono essere sia di difesa del territorio che di utilizzazione delle risorse che il corso d'acqua offre.

Per porre mano ad un'opera o ad un piano che possa riguardare uno di questi aspetti è necessario possedere il maggior numero possibile di informazioni sulle grandezze di interesse. Fra le grandezze che sono da considerare, trattando di un'opera idraulica, le altezze idrometriche e le portate hanno ovviamente un ruolo primario e spesso a queste grandezze si perviene partendo dalle origini: lo studio delle precipitazioni è dunque il primo passo da compiere.

2.1 ELABORAZIONE STATISTICO - PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI

L'elaborazione dei dati di pioggia verrà eseguita con il metodo statistico – probabilistico di Gumbel allo scopo di determinare i coefficienti dell'equazione di possibilità pluviometrica.

Scopo dell'analisi probabilistica è quello di far corrispondere ad ogni valore di una variabile la probabilità che si verifichi un evento maggiore o uguale a quel valore, ossia di individuare per ogni evento il suo tempo di ritorno, definito come il numero di anni nel quale un determinato evento è mediamente uguagliato o superato. Ovviamente il tempo di ritorno non rappresenta una scadenza fissa per il prodursi di un determinato evento, ma solo l'intervallo di tempo medio del suo verificarsi.

L'introduzione delle distribuzioni probabilistiche è utile perché, mentre per i dati rilevati in passato si può definire la loro frequenza, cioè il numero di volte in cui un evento si è presentato in una serie di manifestazioni, per i dati futuri occorre introdurre il concetto di probabilità, che si può definire come il rapporto tra il numero di casi favorevoli al verificarsi di un certo evento ed il numero dei casi ugualmente possibili. In generale non è lecito identificare la frequenza con la probabilità; e se anche questo si potesse fare, non sarebbero comunque note le frequenze relative a periodi più lunghi di quello esaminato.

E' necessario dunque estendere artificialmente il campo delle osservazioni ricercando una distribuzione di probabilità che si adatti alla serie di osservazioni note. L'analisi probabilistica consente di valutare eventi caratterizzati da tempi di ritorno superiori al numero di anni di osservazione disponibile, sia pure con un'attendibilità che va riducendosi all'aumentare del tempo di ritorno.

Perciò si propone di risalire dalla conoscenza limitata e parziale dei valori assunti in passato da una certa grandezza alla migliore definizione della distribuzione della totalità dei valori che essa può assumere.

Nella elaborazione probabilistica di una grandezza idrologica si considera tale grandezza come una variabile casuale, cioè governata dalla legge del caso e si suppone che la serie dei valori osservati nel passato costituisca un campione estratto dalla popolazione di tale variabile casuale.

Come è noto, si definisce funzione densità di probabilità $p(x)$ quella funzione che moltiplicata per l'ampiezza infinitesima dx , rappresenta la probabilità che si verifichi un valore nell'intervallo $[x, x+dx]$. Tale funzione è legata alla funzione di probabilità $P(x \leq X)$, detta anche probabilità cumulata di non superamento, secondo la relazione:

$$P(x \leq X) = \int_{-\infty}^x p(x) \cdot dx$$

Poiché la probabilità che la variabile x assuma un qualsiasi valore compreso tra $-\infty$ e $+\infty$ è uguale a uno (evento certo) si ha:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} p(x) \cdot dx = 1$$

Essendo $P(x \leq X)$ la probabilità cumulata di non superamento e $P(x > X)$ la probabilità cumulata di superamento, ed indicato con T_r il tempo di ritorno si può scrivere:

$$P(x \leq X) = 1 - P(x > X) = 1 - \frac{1}{T_r} = \frac{T_r - 1}{T_r}$$

Si ricorda, infatti, che T_r è definito come il numero di anni per cui un determinato evento è uguagliato o superato e perciò risulta:

$$T_r = \frac{1}{P(x > X)}$$

Ogni campione della popolazione da studiare è costituito dai massimi valori annuali di precipitazione efficace per ogni durata. Nel presente studio la distribuzione di probabilità utilizzata è la distribuzione dei valori estremi di Gumbel.

2.1.1 Metodo di Gumbel

Mediante il metodo di Gumbel viene effettuata la ricerca di una retta di regressione con il metodo dei minimi quadrati.

Alle precipitazioni massime di data durata, può applicarsi la seguente descrizione statistica:

$$X(T_r) = \bar{X} - \frac{S_x}{S_N} \cdot \bar{Y}_N + \frac{S_x}{S_N} \cdot Y(T_r)$$

essendo:

$X(T_r)$ il valore dell'evento caratterizzato da un tempo di ritorno (T_r), ossia l'evento che viene eguagliato o superato, mediamente, ogni T_r anni;

\bar{X} il valore medio degli eventi considerati;

S_x scarto quadratico medio della variabile in esame;

\bar{Y}_N media della variabile ridotta (dipende esclusivamente dal numero di dati del campione);

S_N scarto quadratico medio della variabile ridotta (dipende esclusivamente dal numero di dati del campione);

$\bar{X} - \frac{S_x}{S_N} \cdot \bar{Y}_N$ = moda : rappresenta il valore con massima frequenza probabile;

$\frac{S_x}{S_N}$ = alpha

La funzione $Y(T_r)$ è legata al tempo di ritorno T_r dalla relazione:

$$Y(T_r) = -\ln \left(-\ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right)$$

2.1.2 Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica

Le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica sono state definite con l'intento di fornire un legame fra altezza e tempo di pioggia, con lo scopo di riuscire a calcolare le portate di deflusso. La relazione è la seguente:

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

dove bisogna fare attenzione al fatto che h è espresso in mm e t in ore.

L'equazione riscritta in forma logaritmica diventa:

$$\log h = \log a + n \cdot \log t$$

Tale equazione offre il vantaggio, rispetto alla precedente, di rappresentare una retta nelle variabili $\log h$ e $\log t$, per cui in un diagramma bilogaritmico è immediata la determinazione delle costanti a ed n .

Per il tracciamento delle rette $y = a \cdot x + b$ che meglio approssimano i valori progettuali, utilizziamo il metodo dei minimi quadrati.

2.1.3 Elaborazione delle precipitazioni per la stazione di Udine

Per ricostruire l'equazione di possibilità pluviometrica necessaria al caso specifico si è presa in considerazione la serie di precipitazioni raccolta per la stazione di Udine (serie che riguarda gli anni dal 1923 al 1993 con qualche anno mancante).

2.1.4 Serie storica dei dati di pioggia

anno	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
1923					46,5
1924					72,1
1925					75,9
1926					84,8
1927	30				108,4
1928	10	36	51	58	60
1929					62,2
1930					68,6
1931					51,4
1932	29,6	45,2	53,6	85,4	102,4
1933					
1934					
1935	35,4	58,8	74,8	77,6	94,4
1936	39,2	48	60	69,4	91,8
1937	47	61	71	71,6	106,6
1938	45,6	58,6	60,4	60,4	64,4
1939	55,6	57,4	61,4	66,4	70,8
1940	59,2	73	77,6	96,6	162,4
1941	24	35	49,4	58	67,2
1942	75	130	148	179,8	185
1943					
1944					
1945					
1946					
1947	29,4	34	48,2	60,6	66
1948	25	42,8	48,2	53,6	72
1949	23	44	68	101	121,6
1950	27,6	48,4	49,4	49,4	54
1951	44	51	58	88,6	111,6
1952	32,4	45,8	69,4	88	133,8
1953	63,2	113,4	160	184	193,6
1954	51,8	52,8	53	53	57,2
1955	27	42,8	45,4	63	65,8
1956	39	46,8	56,8	76,4	96,2

1957	37,2	38,2	45	46,2	46,2
1958	45,4	62,4	80,6	88,4	108,2
1959	32	48,4	54	77	129
1960	27,2	47,8	67,4	115,8	126,2
1961	42	57,4	64	89,8	106
1962	19,4	26,2	45	65,4	72,2
1963	34	54,4	65	65,6	73
1964	35,8	39,2	47,4	52,8	88,4
1965	39,6	106	120,4	168,8	259
1966	51,6	68,2	94	121,2	150,6
1967	36,4	49,6	52,4	99,8	101
1968	30,2	35,2	64,4	95,2	114,2
1969	24,4	52	73,8	80,4	91,6
1970	30,8	33	35,2	46,6	62,6
1971	47,2	101,4	137	158,2	174,2
1972	36,2	67,8	95,2	109,2	120,6
1973	25	30	40,2	62,4	70
1974	21,2	27,8	37,8	41	51,4
1975	32,4	53,2	57,8	72,4	98,2
1976	29,6	49,4	51,2	71,6	89
1977	62,6	85,2	85,4	85,4	87,6
1978	26,2	40,2	40,4	49,6	82,2
1979	29	52,2	78	78	111,4
1980	38,6	64	84,6	103,6	106,2
1981	41,4	77	100,6	111,8	112,4
1982	23,6	33,4	62,2	94	142,8
1983	20,2	36,2	58,2	70,4	85,4
1984	33,6	42,8	47,4	69,4	98,6
1985	47,2	52,2	60	68,4	73,8
1986	31,8	50,6	68,8	73	94,3
1987	69,2	75,6	85,6	101,8	103,4
1988	38,4	59,4	69,4	70	79,2
1989	25,2	47,8	48,8	56,2	74,6
1990	26,2	32,8	40,2	62,2	80,8
1991	27,8	42,4	55,8	58,8	64,4
1992	24	37,8	45,4	48,4	66,2
1993	30,4	49,2	60,2	70,6	116,4

I valori estremi per i tempi di ritorno considerati sono riportati di seguito:

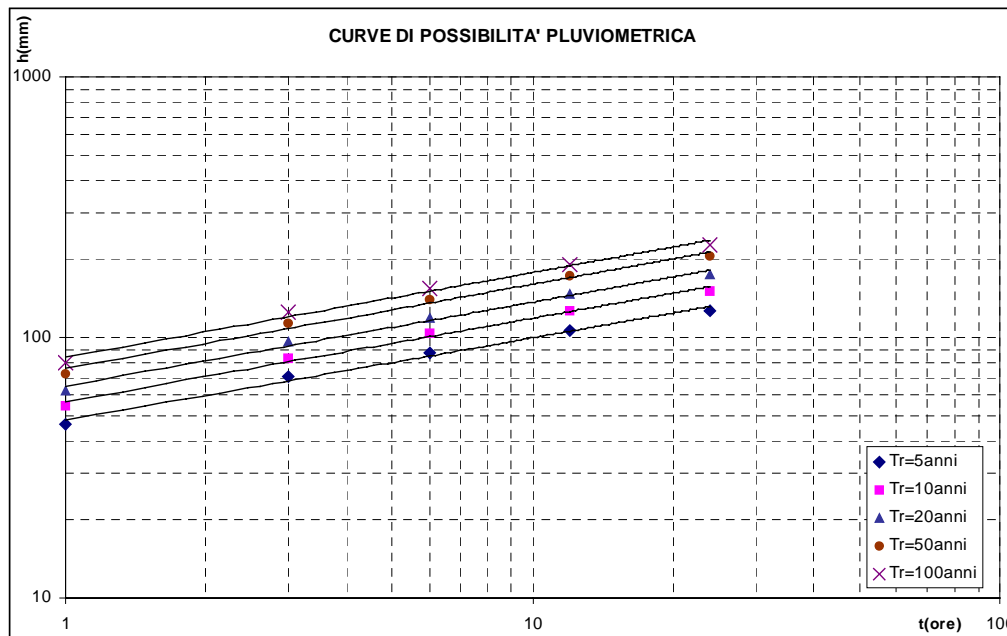
	1h	3h	6h	12h	24h
h(Tr=5)	46,375	70,291	87,136	106,903	126,886
h(Tr=10)	54,611	83,548	103,570	127,068	151,157
h(Tr=20)	67,055	103,580	128,402	157,538	187,830
h(Tr=50)	72,737	112,725	139,737	171,448	204,572
h(Tr=100)	80,399	125,059	155,028	190,210	227,153

Disponiamo ora delle altezze di pioggia di interesse progettuale: in base ad esse si costruiscono le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica.

I parametri significativi a ed n associati a diversi tempi di ritorno sono riportati di seguito:

Tr	a	n
5	48,0572	0,3168

10	56,7316	0,3200
20	65,0519	0,3223
50	75,8212	0,3244
100	83,8911	0,3257



Il tempo di ritorno considerato per la progettazione degli interventi è di 50 anni: scelta giustificata dall'esigenza di assicurare funzionalità e adeguatezza della rete alla raccolta delle acque dei relativi bacini.

3. INDIVIDUAZIONE DEL BACINO E CALCOLO DELLE PORTATE

Il fosso Tampognacco nasce ai piedi delle colline di Moruzzo a est di Fagagna, scende lungo il confine tra Fagagna e Martignacco e si disperde nei "prati Manarute" in comune di Fagagna.

Il suo bacino (vedi Fig.1) si può schematizzare in un triangolo rovescio con la base costituita dal tratto della SP "dei colli" che va dal Centro Anziani di Fagagna fino all'incrocio con la strada comunale che da Moruzzo scende a Martignacco e il vertice inferiore individuato dai Casali "Molin Nuovo" a Martignacco.

La portata del rio Tampognacco è stata calcolata con il metodo razionale, dove il tempo di corrivazione è stato determinato con la formulazione del Giandotti, di seguito riportata:

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

dove:

- S estensione del bacino in km²;
- L lunghezza dell'asta principale del corso in km;
- H altitudine media del bacino imbrifero sotteso in m s.m.m.;
- Z la quota della sezione considerata in m s.m.m..

n° sez	Saff(km ²)	L(km)	Hmax	Hmed	Hchius	Tc(h)
sez.1	0,53	0,6	250	210	170	0,75
sez.2	0,8	0,8	250	210	168	0,92
sez.3	1,15	1,1	250	210	160	1,05
sez.4	1,45	1,5	250	200	158	1,36
sez.5	0,8	1,2	250	204	158	0,99
sez.6	2,3	1,4	250	200	155	1,52
sez.7	2,9	2,8	250	196	144	1,91
sez.8	3,4	4,4	250	186	121	2,17

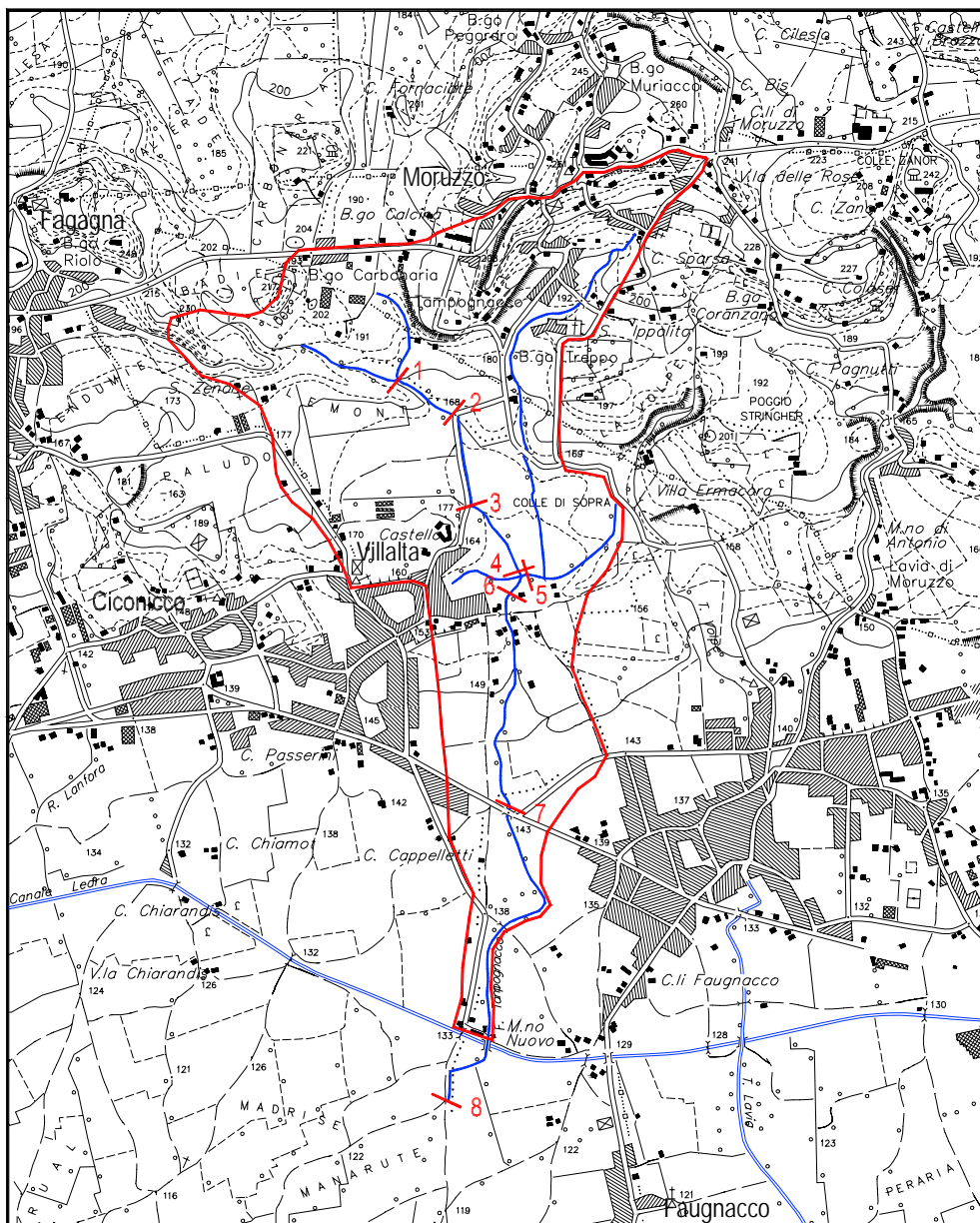


Fig. 1 Bacino imbrifero del Rio Tamponnacco

Lungo tutto il bacino del Tampognacco si sono individuate alcune sezioni significative in cui si è calcolata la portata.

n° sez	Saff(km ²)	Tc(h)	Q(mc/s)
sez.1	0,53	0,75	5,41
sez.2	0,8	0,92	7,12
sez.3	1,15	1,05	9,37
sez.4	1,45	1,36	9,91
sez.5	0,8	0,99	6,78
sez.6	2,3	1,52	14,59
sez.7	2,9	1,91	15,78
sez.8	3,4	2,17	16,98

A questo punto bisogna precisare un aspetto: immediatamente a monte della SS 464 un altro intervento (ormai già in fase di approvazione) prevede l'immissione di un fosso che deriverà gran parte della portata del Rio Volpe. Pertanto nelle sez. 7 e sez.8 il calcolo delle portate è stato ripreso considerando il relativo bacino afferente (vedi Fig. 2).

n° sez	Saff(km ²)	L(km)	Hmax	Hmed	Hchius	Tc(h)
sez.7+Volpe	4,3	2,8	250	196	144	2,17
sez.8+Volpe	4,8	4,4	250	186	121	2,38

n° sez	Saff(km ²)	Tc(h)	Q(mc/s)
sez.7+Volpe	4,3	2,17	21,26
sez.8+Volpe	4,8	2,38	22,25

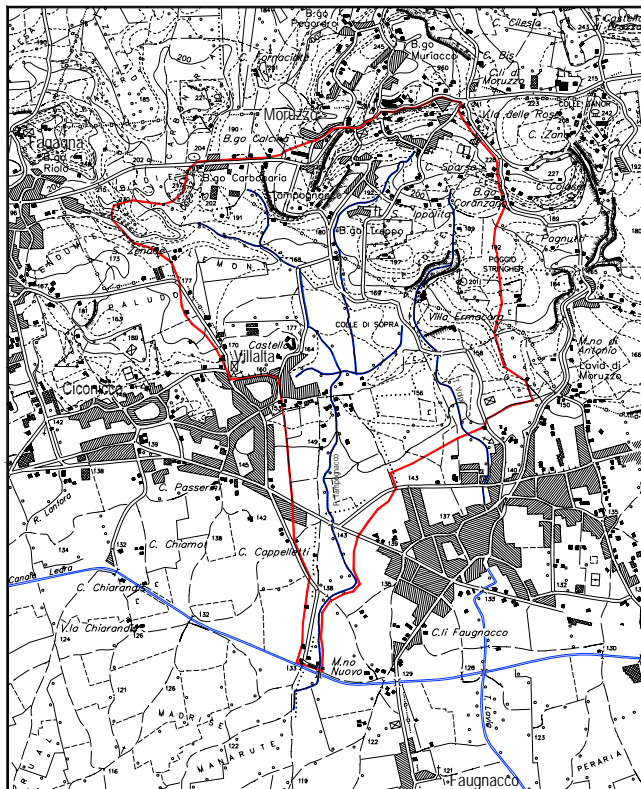


Fig. 2 Bacino imbrifero del Rio Tampognacco e del Rio Volpe

4. IL PROGETTO

Il fosso Rugo nella sua parte alta, fino al ponticello sulla strada comunale Villalta - Martignacco non presenta particolari problemi, eccetto alcuni punti singolari soggetti ad erosione: la sezione risulta infatti sufficiente al deflusso della portata che gli compete. E' previsto pertanto un intervento di pulizia e decespugliamento di alveo e sponde.

L'attraversamento della predetta strada avviene con una canna armata di 2.50 m x 2.00 m, all'uscita della quale l'acqua procede all'interno di una tubazione (già esistente sotto strada e di cui si mantiene l'uso) di 120 cm di diametro, che con la pendenza del 17 ‰ porta circa 6 mc/s. I rimanenti 4 mc/s sfiorano nel fosso adiacente la strada, le cui dimensioni sono:

b (m)	h(m)	n	A (m ²)	C (m)	Rh (m)	Ks (m ^{1/3} s ⁻¹)	i (m/m)	v (m/s)	Q (mc/s)
1,5	0,618	1,25	1,404	3,478	0,404	40	0,017	2,849	4,00

nel primo tratto, mentre nel secondo:

b (m)	h(m)	n	A (m ²)	C (m)	Rh (m)	Ks (m ^{1/3} s ⁻¹)	i (m/m)	v (m/s)	Q (mc/s)
3	0,435	1,25	1,542	4,393	0,351	40	0,017	2,595	4,00

Tubazione e fosso nella loro sezione finale si imettono in un fosso perpendicolare che scende dall'altura del castello di Villalta e prosegue in direzione sud - est con una sezione del tipo:

b (m)	h(m)	n	A (m ²)	C (m)	Rh (m)	Ks (m ^{1/3} s ⁻¹)	i (m/m)	v (m/s)	Q (mc/s)
4	0,633	1,25	3,031	6,026	0,503	40	0,017	3,299	10,00

Oltre la confluenza con il Tampognacco fino alla SS 464 la sezione è del tipo:

b (m)	h(m)	n	A (m ²)	C (m)	Rh (m)	Ks (m ^{1/3} s ⁻¹)	i (m/m)	v (m/s)	Q (mc/s)
6	0,766	1,5	5,473	8,761	0,625	40	0,01	2,923	16,00

Lungo tutto il corso del Tampognacco sono comunque previsti una pulizia e un decespugliamento vista la diffusa presenza di specie infestanti che attualmente ostacolano il normale deflusso delle acque.

In corrispondenza poi a manufatti, attraversamenti e a tratti in curva si provvederà alla protezione con massi da scogliera e piantumazione di specie arboree.-