

REGIONE MOLISE



COMUNE DI ISERNIA



RICOSTRUZIONE DI UN TRATTO DI MURA URBICHE DI VIA OCCIDENTALE NELL'AMBITO DELL'INTERVENTO GENERALE DI VALORIZZAZIONE DELLE EMERGENZE ARCHEOLOGICHE DELLA CATTEDRALE DI ISERNIA

PROGETTO ESECUTIVO

SECONDO INDICAZIONI DELLA SOPRINTENDENZA ARCHEOLOGICA DEL MOLISE
(Nota Prot. 0006406-P del 10/07/2019)

Progettazione:

Ing. Gianluca MORIA
Arch. Franco DI SALVO

Consulenza Archeologica:

Dott. Archeologo. Francesco GIANCOLA

Consulenza Geologica:

Dott. Geol. Aldo SUCCI

Coordinamento della Sicurezza:

Ing. Gianluca MORIA
Arch. Franco DI SALVO

Il Responsabile del Procedimento Unico:

Ing. Roberto Potena

Titolo Elaborato:

RELAZIONE IDROGEOLOGICA ED IDRAULICA

TAVOLA:

6.5

Scala Disegno:

DATA :

AGOSTO 2019



CITTA' DI ISERNIA
(PROVINCIA DI ISERNIA)
"Settore 3° - Tecnico"

PROGETTO ESECUTIVO
SECONDO INDICAZIONI DELLA SOPRINTENDENZA ARCHEOLOGICA DEL MOLISE
(Nota prot. 0006406-P del 10/07/2019)

**"RICOSTRUZIONE DI UN TRATTO DI MURA URBICHE DI VIA OCCIDENTALE NELL'AMBITO DELL'INTERVENTO
GENERALE DI VALORIZZAZIONE DELLE EMERGENZE ARCHEOLOGICHE DELLA CATTEDRALE DI ISERNIA"**

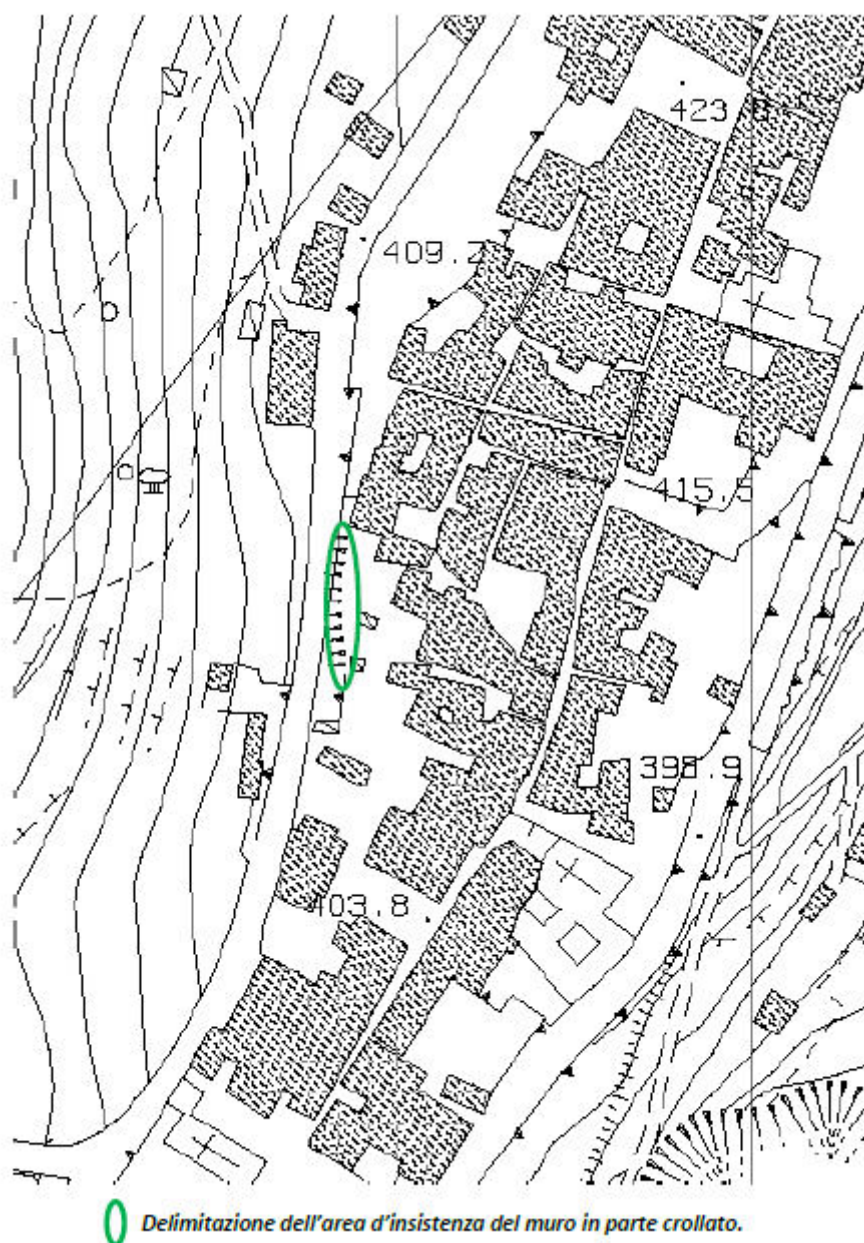
RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

Sommario

Premessa	2
Considerazioni generali relative all'analisi dei dati idrologici.....	2
Il modello probabilistico TCEV	3
Analisi idrologica - Curva di possibilità pluviometrica	5
Legge di resistenza utilizzata e verifica della capacità idraulica	6
Calcolo del drenaggio a tergo dei muri di contenimento.....	7

Premessa

Nell'ambito del quadro della programmazione delle opere pubbliche l'Amministrazione Comunale di Isernia, ha previsto i lavori per la **"Ricostruzione di un tratto di Mura Urbiche di via Occidentale nell'ambito dell'intervento generale di valorizzazione delle emergenze archeologiche della cattedrale di Isernia"**, individuabili tramite la Carta Tecnica Regionale, edita dalla Regione Molise, al foglio n. 404031, il progetto consiste nella messa in sicurezza di un tratto di strada per una lunghezza di circa 12,00 ml.



Stralcio Carta Tecnica Regionale

Considerazioni generali relative all'analisi dei dati idrologici

(dallo "Studio del Rischio Idrogeologico" nella Regione Molise – Elaborato n. B.1.2 avente per oggetto "Analisi idrologica" – pag.3)



Le valutazioni idrologiche condotte nello studio per la determinazione del rischio idrogeologico della Regione Molise si articolano nelle seguenti fasi:

- analisi statistica diretta dei dati delle piogge forniti dal Servizio Idrografico Nazionale, per la determinazione delle curve di provabilità pluviometrica, relativamente alle stazioni di rilevamento dell'area in esame;
- analisi statistica diretta dei dati idrometrici forniti dal Servizio Idrografico Nazionale, per la determinazione delle portate al colmo, per i diversi tempi di ritorno, nelle stazioni monitorate.

Per l'analisi statistica di tipo regionale e la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica, per i dati delle stazioni ricadenti nei bacini afferenti, che interessano, anche, i siti oggetto di intervento, è stato utilizzato, come detto in premessa, il modello TCEV messo a punto nell'ambito del progetto VAPI (Valutazione delle Piene in Italia).

La stima dei parametri è stata condotta con il metodo della massima verosimiglianza.

Lo studio è articolato in modo gerarchico, al fine di definire le zone omogenee al primo e secondo livello di regionalizzazione, pervenendo, infine, alla stima delle curve di possibilità pluviometrica per durate da 1 a 24 ore per diversi tempi di ritorno.

I dati idrometrici disponibili sono stati, anch'essi, analizzati con il modello TCEV fino al secondo livello di regionalizzazione.

Sulla base della suddetta analisi, si perviene alla determinazione delle portate per i diversi tempi di ritorno nelle stazioni monitorate.

Il modello probabilistico TCEV

(dallo "Studio del Rischio Idrogeologico" nella Regione Molise – Elaborato n. B.1.2 avente per oggetto "Analisi idrologica" – pag.3-6)

Il modello statistico TCEV (modello di valore estremo a doppia componente) è, particolarmente, indicato quando si deve operare alla scala a livello di bacino o sottobacino afferente.

Al fine di ricavare una funzione di distribuzione valida per una certa area, infatti, è possibile svolgere un'efficace stima dei parametri di tipo regionale.

Per la determinazione dei parametri, si sono utilizzati tutti i dati registrati nelle stazioni interne a una data regione, detta omogenea, nella quale si dimostra che tali parametri sono costanti.

A tale scopo per la stima dei parametri si adotta uno stimatore ML (massima verosimiglianza) di tipo regionale.

Il modello TCEV consente di recepire i valori registrati durante gli eventi che provengono da due distinte popolazioni, la prima detta componente di base, la seconda detta componente straordinaria.

La componente straordinaria da origine a quei valori che si verificano raramente, ma con intensità vistosamente superiori rispetto alla media.

In presenza di tali valori i coefficienti di asimmetria delle serie storiche risultano elevati, il che, non consente di applicare, con successo, modelli di tipo Gumbel.

Il modello TCEV è caratterizzato da 4 parametri, Λ_1 e θ_1 , relativi alla componente di base (rispettivamente numero di eventi medio annuo e media della componente di base), Λ_2 e θ_2 , relativi alla componente



straordinaria. La funzione di distribuzione di probabilità, nel modello TCEV, è cumulata ed è caratterizzata dalla espressione seguente:

$$P(X) = \exp(-\Lambda_1 \exp(-X/\theta_1) - \Lambda_2 \exp(-X/\theta_2)),$$

dove:

- $P(X)$ rappresenta la probabilità di avere un evento di intensità minore di X ;
- X rappresenta l'altezza di pioggia;
- $\Lambda_1, \theta_1, \Lambda_2$ e θ_2 rappresentano i parametri, già, in precedenza, menzionati.

Dalla osservazione dei momenti della distribuzione, calcolati in maniera analitica, si ricava che il coefficiente di asimmetria Γ dipende solo dai parametri Λ^* e θ^* così definiti:

$$\begin{aligned} -\Lambda^* &= \Lambda_2 / (\Lambda_1^{1/\theta^*}); \\ -\theta^* &= \theta_2 / \theta_1. \end{aligned}$$

Inoltre, si ricava, anche, il coefficiente di variazione CV che dipende solo dai parametri Λ^* , θ^* e Λ_1 .

Sulla base della stima regionale dei parametri, è possibile definire delle zone all'interno delle quali il valore dell'asimmetria Γ viene assunto come costante, e risultano, quindi, costanti anche i parametri che lo determinano.

I parametri Λ^* e θ^* definiscono, in pratica, la funzione di distribuzione della variabile regionale $Y = X/\theta_1 - \ln(\Lambda_1)$:

$$P(Y) = \exp(-\exp(-Y) - \Lambda^* \exp(-Y/\theta^*)).$$

Analogamente, si possono individuare delle regioni in cui tanto il valore dell'asimmetria Γ quanto quello del coefficiente di variazione CV risultano costanti.

I parametri Λ^* , θ^* e Λ_1 definiscono la funzione di distribuzione della variabile $X'' = X/\theta_1$:

$$P(X'') = \exp(-\Lambda_1 \exp(-X'') - \Lambda^* \Lambda_1^{1/\theta^*} \exp(-X''/\theta^*)).$$

Il valore atteso della variabile X si esprime mediante:

$$\mu = E[X] = [\ln(\Lambda_1) + \gamma_E - (\sum_{j=1}^{\infty} (-1)^j \Lambda^j / j!) (\Gamma(j/\theta^*))] \theta_1,$$

dove $\gamma_E = 0,57722$ rappresenta la costante di Eulero.

Il coefficiente di variazione CV_1 della componente di base dipende da Λ_1 secondo la seguente relazione:

$$CV_1 = 0,557 / (\log \Lambda_1 + 0,251).$$

Si osservi che il rapporto tra μ e θ_1 risulta costante una volta fissati i parametri Λ^* , θ^* e Λ_1 , e che, pertanto, anche la variabile $X' = X/E[X]$ risulta, identicamente, distribuita in una sottozona omogenea al secondo livello.



La stima dei parametri può essere condotta a diversi livelli sempre con il metodo della massima verosimiglianza:

- stima di Λ^* , θ^* e Λ_1 in un'unica zona omogenea;
- stima di Λ^* e θ^* in un'unica zona omogenea;
- stima di Λ_1 e θ_1 dati Λ^* e θ^* ;
- stima di θ_1 dati Λ^* , θ^* e Λ_1 .

La stima dei parametri avviene in modo iterativo.

La verifica dell'ipotesi di omogeneità viene condotta in genere confrontando le distribuzioni, campionarie e teoriche, dell'asimmetria Γ e del coefficiente di variazione CV, sia al primo che al secondo livello di regionalizzazione.

Per la stima della distribuzione teorica del coefficiente di asimmetria e del coefficiente di variazione si ricorre a tecniche di generazione del tipo Montecarlo.

Analisi idrologica - Curva di possibilità pluviometrica

(dallo "Studio del Rischio Idrogeologico" nella Regione Molise – Elaborato n. B.1.2 avente per oggetto "Analisi idrologica")

L'analisi statistica a livello regionale per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica è stata condotta nello "Studio del Rischio Idrogeologico" nella Regione Molise, come detto, con il modello TCEV, articolato secondo i primi due livelli di regionalizzazione.

I valori dei parametri ricavati nello "Studio del Rischio Idrogeologico" nella Regione Molise, peraltro, sulla base dei risultati dell'analisi statistica regionale al secondo livello sono state ricavate, per ciascuna stazione le curve di possibilità pluviometrica (CPP), che assumono la seguente espressione:

$$h(T,d) = K_T \times a' \times d^n,$$

dove:

- $h(T,d)$ rappresenta l'altezza di pioggia, dipendente dal tempo di ritorno considerato e dalla durata;
- K_T rappresenta la curva di crescita, in funzione del tempo di ritorno;
- a' e n rappresentano parametri che dipendono dal sito considerato e vengono ricavati per ciascuna stazione.

Al fine di rendere utilizzabili nella modellistica idrologica le curve di possibilità pluviometrica, la curva di crescita espressa dal parametro K_T è stata approssimata con una funzione del tipo:

$$K_T = a'' \times T^m,$$

con i coefficienti a'' che assumono i valori indicati nella tabella seguente:

Valori dei parametri della curva di crescita k_t	
a''	m
0,9297	0,2101



K _T rappresenta la curva di crescita, in funzione del tempo di ritorno	
25 anni	50 anni
1,8283	2,1149

La curva di possibilità pluviometrica, pertanto, può essere espressa nel modo seguente:

$$h = a \times d^n \times T^m,$$

dove:

- h rappresenta l'altezza di pioggia espressa in mm;
- d rappresenta l'altezza di pioggia espressa in ore;
- T rappresenta il tempo di ritorno espresso in anni.

Si ha quindi, che i parametri caratteristici della curva di possibilità pluviometrica, secondo lo studio Regionale, precedentemente citato, per la stazione pluviografica di **Isernia** e con durate di pioggia superiori ed inferiori all'ora, sono:

Valori dei parametri caratteristici della curva di possibilità pluviometrica		
a	n	m
26,42	0,284	0,210

Il "Tempo di Ritorno" è stato posto pari a 15 anni, per opere di drenaggio urbano, come consigliato dai principali manuali di progettazione.

Si ha pertanto, che la curva di possibilità pluviometrica, può essere espressa con la seguente relazione:

$$h_{15} = 46,66 \times d^{0,284}$$

dove:

- h rappresenta l'altezza di pioggia espressa in mm;
- d rappresenta la durata dell'evento espressa in ore o minuti.

L'analisi pluviometrica sarà utilizzata per la relazione per la verifica della capacità idraulica delle tubazioni in situazione di moto uniforme.

Legge di resistenza utilizzata e verifica della capacità idraulica

La situazione di moto uniforme, da un punto di vista matematico, viene descritta dalle seguenti equazioni:

$$Q = V \cdot A(h) = \text{cost}$$
$$\frac{dH}{ds} = i_f$$

La prima, esprime la condizione di continuità del moto permanente a densità costante, la seconda invece, che la pendenza della linea dei carichi totali sia coincidente con quella di fondo.



Si indica, invece, con h l'altezza del pelo libero, in una generica sezione, rispetto al punto più depresso del suo contorno.

In condizioni di moto uniforme la legge di resistenza è espressa dall'equazione di Chezy:

$$V = \chi \cdot \sqrt{R_H \cdot i_f}$$

dove:

- V = velocità media in condizioni di moto uniforme [m/s];
- χ = coefficiente di Chezy [$m^{1/2}/s$];
- R_H = raggio idraulico[m], pari al rapporto tra l'area della sezione idrica $A(h)$ ed il perimetro bagnato $P(h)$.

Facendo riferimento, per il coefficiente di Chezy, all'indice di scabrezza di Strickler:

$$\chi = K_{GS} \cdot R_H^{1/6}$$

dove:

- K_{GS} = indice di scabrezza di Strickler [$m^{1/3}/s$];
- R_H = raggio idraulico [m].

Calcolo delle canalette per la raccolta delle acque meteoriche

Nel presente paragrafo si è effettuato il calcolo delle canalette semi-circolari per la raccolta delle acque e della condotta in PEAD per lo smaltimento finale.

Dallo studio della planimetria generale, l'unica superficie che potrebbe permettere il ruscellamento delle acque piovane verso la zona di intervento è l'area verde è di circa 12,00 x 7,00 mq pari a 84 mq sita a tergo del muro nuovo da realizzare, le acque ruscellanti in superficie sono raccolte mediante idonei sistemi di intercettazione e recapitate alla base del muro tramite condotte in PEAD per poi essere smaltite tramite il barbacane di nuova realizzazione.

Si riportano i principali parametri idraulici estrapolati dalla presente relazione, dell'intensità di pioggia, per tempo pari a $t_c = 15$ minuti ed un tempo di ritorno pari a 15 anni si ha quindi:

$$i = h/t_c = 125,90 \text{ mm/h}$$

La portata di massima è ricavata tramite la seguente relazione:

$$Q_{\max} = \phi \cdot i \cdot A / 1000 = 0,80 \times (125,90 \text{ mm/h}) \times (84,00 \text{ mq}) / 1000 = 8,46 \text{ mc/h} = 2,35 \text{ l/sec}$$

In detta relazione:

- ϕ , rappresenta il coefficiente di deflusso, posto pari a 0,80, al fine di considerare il fenomeno dell'evapotraspirazione;
- i , rappresenta l'intensità di pioggia espressa in mm/h;
- A , rappresenta la superficie tributaria pari a 84,00 m².

Il calcolo della portata è stato effettuato mediante la nota formula di Gaukler – Strickler, considerando un diametro di 500 mm e un grado di riempimento pari al 30%.

$$Q = K_{st} \cdot A \cdot R_H^{2/3} \cdot i_f^{1/2} = K_{st} \left(\frac{1}{S} \right) \cdot A(mq) \cdot R_H^{2/3}(m) \cdot i_f^{1/2} = 0,08 \left(\frac{mc}{s} \right) = 8,00 \text{ l/s}$$

Dove:



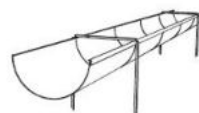
- K_{st} è il coefficiente di Stickler - Manning, assunto pari a 40 l/s in per un canali rivestiti in lamiera ondulato;
- A è la superficie della sezione bagnata, assumendo un grado di riempimento pari al 20%;
- R_h è il aggio idraulico, definito come rapporto tra l'area della sezione bagnata e il perimetro della stessa;
- i_f è la pendenza del fondo della tubazione, assunto pari al 5‰.

La verifica risulta soddisfatta essendo la massima portata convogliata dalla tubazione pari a 0,08 mc/sec pari a 8,00 l/s, mentre, la quella precipitata sull'area a verde è pari a 2,35 l/s la velocità è pari a 0,69 m/sec.

	Descrizione	Scabrezza	Minima	Massima
Sel	acciaio (canalette)	83.333	90.909	58.824
Sel	lamiera ondulata	40.000	47.619	33.333
Sel	legno con buon grado di finitura	83.333	100.000	66.667
Sel	legno grezzo	66.667	83.333	55.556
Sel	calcestruzzo lisciato	76.923	90.909	66.667
Sel	calcestruzzo grezzo	58.824	71.429	50.000
Sel	conglomerato bituminoso lisciato	76.923	76.923	76.923
Sel	conglomerato bituminoso grezzo	62.500	62.500	62.500
Sel	mattoni vetrificati	76.923	90.909	66.667
Sel	mattoni con intonaco	66.667	83.333	55.556
Sel	pietrame con giunti stilati	40.000	55.556	33.333
Sel	scogliera	31.250	43.478	28.571
Sel	gunite (sezione di scavo regolarizzata)	52.632	62.500	43.478
Sel	gunite (sezione irregolare)	45.455	55.556	40.000

Coefficienti di scabrezza di Gaukler – Strickler per canali rivestiti

» onda 70 canaletta semicircolare



CARATTERISTICHE GEOMETRICHE				PESO TEORICO CON BULLONERIA kg/m													
n° di piastre	n° di spazi	Luce m	sezione m²	PIASTRE E BULLON I			PASSO PUNTELLI 3,05 m					PASSO PUNTELLI 6,10 m					
				spessore mm	1,5	2,0	2,5	traverse e puntelli	bordatura longitudinale	1,5	2,0	2,5	traverse e puntelli	bordatura longitudinale	1,5	2,0	2,5
1	2½	0,50	0,10	12,8	16,7	20,6	1,9	-	14,7	18,6	22,5	1,0	-	13,8	17,7	21,6	
		0,50	0,10	12,8	16,7	20,6	1,9	7,2	21,9	25,8	29,7	1,0	7,2	21,0	24,9	28,8	
	3	0,60	0,14	15,6	20,2	24,8	2,1	-	17,7	22,3	26,9	1,1	-	16,7	21,3	25,9	
		0,60	0,14	15,6	20,2	24,8	2,1	7,2	24,9	29,5	34,2	1,1	7,2	24,0	28,6	33,3	
	4	0,80	0,25	20,2	26,3	32,4	2,6	-	22,9	28,9	35,0	1,3	-	21,5	27,6	32,7	
		0,80	0,25	20,2	26,3	32,4	2,6	7,2	30,0	36,1	42,2	1,3	7,2	28,8	34,8	41,0	
	5	1,00	0,39	24,9	32,4	40,0	3,5	-	28,4	35,9	43,5	1,8	-	26,7	34,2	41,8	
		1,00	0,39	24,9	32,4	40,0	3,5	8,3	36,6	44,1	51,6	1,8	8,3	35,1	42,6	50,2	
	6	1,20	0,61	29,6	38,6	47,6	3,8	-	33,4	42,4	51,4	1,9	-	31,5	40,5	49,5	
		1,20	0,61	29,6	38,6	47,6	3,8	8,3	41,7	50,7	59,7	1,9	8,3	39,9	48,9	57,9	
	2	7	1,40	0,80	36,1	46,7	57,4	4,5	-	40,6	51,2	61,9	2,3	-	38,4	49,0	59,7
			1,40	0,80	36,1	46,7	57,4	4,5	8,3	48,9	59,5	70,2	2,3	8,3	46,8	57,4	68,1
8		1,60	1,00	41,5	53,7	65,9	5,0	-	46,5	58,7	70,9	2,5	-	43,9	56,2	68,4	
		1,60	1,00	41,5	53,7	65,9	5,0	8,3	54,8	67,0	79,2	2,5	8,3	52,4	64,6	76,8	
9		1,80	1,27	46,2	59,9	73,5	7,2	-	53,4	67,1	80,7	3,6	-	49,8	63,5	77,1	
		1,80	1,27	46,2	59,9	73,5	7,2	8,3	61,4	75,3	88,9	3,6	8,3	58,2	71,9	85,5	

Tipologia di canaletta semicircolare oggetto di verifica idraulica



Di seguito, si riporta la verifica della tubazione in PEAD DE 250 mm SN4

Il calcolo della portata è stato effettuato mediante la nota formula di Gaukler – Strickler, considerando un diametro di DE 250 mm e un grado di riempimento pari al 50%.

$$Q = K_{st} * A * R_H^{\frac{2}{3}} * i_f^{\frac{1}{2}} = K_{st} \left(\frac{1}{S} \right) * A(mq) * R_H^{\frac{2}{3}}(m) * i_f^{\frac{1}{2}} = 0.01829 \left(\frac{mc}{s} \right) = 18.29 \text{ l/s}$$

Dove:

- K_{st} è il coefficiente di Stickler - Manning, assunto pari a 95 l/s in per un canali rivestiti in lamiera ondulato;
- A è la superficie della sezione bagnata, assumendo un grado di riempimento pari al 50%;
- R_h è il aggio idraulico, definito come rapporto tra l'area della sezione bagnata e il perimetro della stessa;
- i_f è la pendenza del fondo della tubazione, assunto pari al 5‰.

La verifica risulta soddisfatta essendo la massima portata convogliata dalla tubazione pari a 0,01829 mc/sec pari a 18,29 l/s, mentre, la quella precipitata sull'area a verde è pari a 2,35 l/s la velocità è pari a 0,99 m/sec.