

<i>regione</i>	Piemonte
<i>provincia</i>	Cuneo
<i>comune</i>	Alba
	PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO DI LIBERA INIZIATIVA PER LA REALIZZAZIONE DI FABBRICATI DI CIVILE ABITAZIONE SUI TERRENI SITI NEL COMUNE DI ALBA, VIA N. BIXIO ANGOLO VIA S. ROCCO ANGOLO VIA GENERALE DALLA CHIESA
	<i>PROGETTO DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE SUPERFICIALI</i> (ai sensi dell'art. 44 comma 8 delle Norme Tecniche di Attuazione)
<i>committente</i>	TARICCO COSTRUZIONI S.r.l. Via Livio Taricco n. 15 - Narzole
<i>data</i>	Giugno 2016 Ing. Sergio Sordo Studio di ingegneria civile Corso Langhe n.10, Alba Tel 0173 364823 e-mail: sordosergio@srstudio.info

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	3
2. LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DELL'AREA E DI QUELLE LIMITROFE.....	3
3. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI REGIMAZIONE PREVISTI	5
4. VALUTAZIONE DELL'ALTEZZA DI PIOGGIA CON IL METODO TCEV DELLA REGIONE PIEMONTE	6
5. CALCOLO DELLE PORTATE D'ACQUA METEORICA DA SMALTIRE	8
6. DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE SEZIONI DEI CONDOTTI FOGNARI	12
7. VERIFICA DELLA TUBAZIONE DI SCARICO DEL RILEVATO ARGINALE ESISTENTE.....	15
8. ALLEGATI	16

1. PREMESSA

Il presente lavoro viene redatto dallo scrivente ing. Sergio Sordo, ingegnere civile con specializzazione Idraulica iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cuneo al n. 769, su incarico della ditta TARICCO COSTRUZIONI S.r.l. allo scopo di valutare tutti gli elementi idrologici ed idraulici atti alla progettazione della rete di regimazione delle acque meteoriche relative all'area oggetto di studio.

Le opere in progetto fanno parte del piano esecutivo convenzionato di libera iniziativa per la realizzazione di fabbricati di civile abitazione sui terreni siti nel Comune di Alba, via N. Bixio angolo via S. Rocco angolo via Generale C.A. dalla Chiesa.

Lo scopo della presente relazione riguarda la progettazione della nuova rete di smaltimento delle acque meteoriche dell'area in oggetto.

Si evidenzia come nell'area occupata dal parcheggio esistente (porzione sud del PEC), gli interventi di regimazione delle acque meteoriche siano già stati realizzati; nel presente studio non vengono pertanto effettuate le valutazioni idrauliche per quanto concerne tale porzione di PEC.

2. LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DELL'AREA E DI QUELLE LIMITROFE

L'area in cui si colloca l'intervento in oggetto, posizionata nella zona nord-est del centro della città di Alba, è topograficamente compresa nella tavoletta n. 193050 della Carta Tecnica Regionale (C.T.R. scala 1:10'000).

In Fig. 2.1 l'area in esame viene individuata sulla C.T.R., mentre in Fig. 2.2 e in Fig. 2.3 si riporta l'indicazione della zona in oggetto su foto aerea.

Morfologicamente l'area si presenta pianeggiante e circa alla stessa quota di quelle limitrofe. Il PEC confina, sul lato nord, con l'argine a protezione dell'abitato di Alba dalle piene del F. Tanaro, realizzato dopo l'evento alluvionale del 1994.

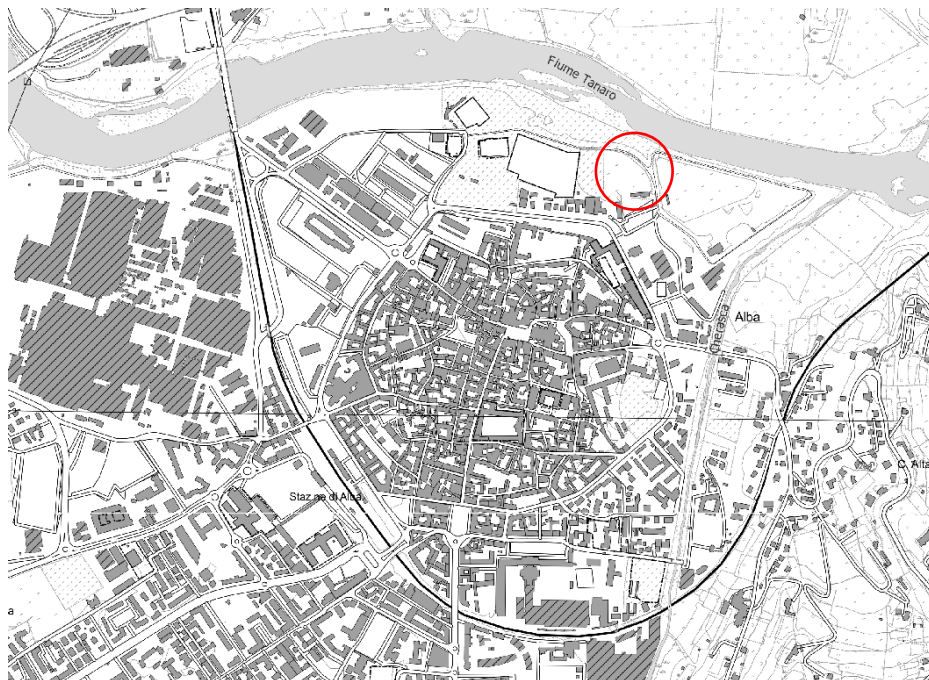


Fig. 2.1. Localizzazione della zona di intervento su Carta Tecnica Regionale (C.T.R.)



Fig. 2.2. Localizzazione della zona di intervento su foto aerea (Fonte Google Earth, 2015)



Fig. 2.3. Particolare della zona di intervento su foto aerea (Fonte Google Earth, 2015)

3. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI REGIMAZIONE PREVISTI

Il presente studio ha lo scopo di progettare la nuova rete di regimazione delle acque superficiali.

Si segnala che nell'area occupata dal parcheggio esistente (posizione sud del PEC), gli interventi di regimazione delle acque meteoriche sono già stati realizzati; le valutazioni idrauliche nel seguito riportate non riguardano pertanto tale porzione di PEC.

In considerazione della morfologia del terreno, della sua natura e della copertura vegetale presente, non occorre eseguire opere atte a sistemare acque di drenaggio profondo. Non sono presenti inoltre acque sorgive, nè sull'area interessata nè sulle aree limitrofe.

Le acque meteoriche dell'area in oggetto verranno convogliate nella tubazione di scarico esistente che attraversa il rilevato arginale e che è dotata, in corrispondenza della sezione di scarico, di una valvola antiriflusso.

4. VALUTAZIONE DELL'ALTEZZA DI PIOGGIA CON IL METODO TCEV DELLA REGIONE PIEMONTE

La legge di distribuzione di probabilità del valore atteso a doppia componente, nota come TCEV (Two Component Extreme Value), rappresenta la distribuzione del massimo valore in un dato intervallo di tempo di una variabile casuale distribuita secondo una miscela di due esponenziali, quando il numero di occorrenze di una stessa variabile, in detto intervallo, segue la legge di Poisson.

La stima dei parametri della distribuzione TCEV può essere effettuata utilizzando sia una serie di valori che eccedono un prefissato livello di soglia, sia una serie di valori massimi in un prefissato intervallo di tempo generalmente assunto, in Idrologia, pari ad un anno.

Detta stima può anche essere effettuata utilizzando tecniche di regionalizzazione dei parametri.

Tali tecniche sono tra l'altro necessarie quando si vuole interpretare il comportamento statistico di una variabile idrologica, della quale non si dispone di osservazioni nella località di interesse.

Per il caso in oggetto si fa riferimento allo studio relativo alla "*Regionalizzazione delle piogge*" redatto con modello TCEV a cura dell'Assessorato Regionale Tutela del Suolo – Settore OO.PP. Difesa Assetto Idrogeologico della Regione Piemonte.

Tale modello studia in modo statistico le massime altezze di precipitazione con assegnato tempo di ritorno e durata pari a 1-24 ore e 1-5 giorni sul territorio piemontese.

La procedura permette di determinare il tempo di ritorno associato ad una data altezza di pioggia che si è verificata su un'area caratterizzata dalla propria altitudine media e dal fatto di essere contenuta in una particolare zona pluviometricamente omogenea.

La medesima procedura può essere anche applicata nell'ordine inverso per determinare un'altezza di precipitazione di assegnato tempo di ritorno.

La valutazione avviene attraverso due passaggi matematici.

Il primo consiste nel definire il parametro E, corrispondente alla media delle altezze massime di precipitazione registrate in un dato intervallo di tempo. La funzione che definisce tale parametro varia da zona a zona, per cui sono state definite per la regione Piemonte 6 aree pluviometricamente omogenee, a cui corrispondono le seguenti funzioni caratteristiche:

- ZONA OMOGENEA 1: $E1 = 30,86 \cdot t^{(0,412+0,00024 \cdot Z)/1,38}$
- ZONA OMOGENEA 2: $E2 = 25,37 \cdot t^{(0,469+0,00023 \cdot Z)/1,38}$
- ZONA OMOGENEA 3: $E3 = 22,62 \cdot t^{(0,3377+0,000178 \cdot Z)/1,38}$
- ZONA OMOGENEA 4: $E4 = 36,58 \cdot t^{(0,504+0,000186 \cdot Z)/1,38}$
- ZONA OMOGENEA 5: $E5 = 18,37 \cdot t^{(0,827-0,000075 \cdot Z)/1,38}$
- ZONA OMOGENEA 6: $E6 = 16,07 \cdot t^{(0,69-0,00007 \cdot Z)/1,38}$

dove t corrisponde alla durata della pioggia considerata (ore) e Z all'altitudine (m s.l.m.).

Dal rapporto tra l'altezza di pioggia misurata XT e il valore E si ricava

$$X^1 = XT/E.$$

Introducendo quest'ultimo parametro nelle seguenti funzioni, che descrivono le 3 curve di crescita caratteristiche di altrettante aree in cui è stata suddivisa la regione Piemonte, si ottiene la probabilità di non superamento SZ:

- ZONA PLUVIOMETRICA 1: $SZ1 = e^{(-15,81-19,452 \cdot X^1 - 1,885 \cdot 7,179 \cdot X^1)}$
- ZONA PLUVIOMETRICA 2: $SZ2 = e^{(-20,38-25,078 \cdot X^1 - 2,231 \cdot 8,498 \cdot X^1)}$
- ZONA PLUVIOMETRICA 3: $SZ3 = e^{(-43,35-53,35 \cdot X^1 - 3,684 \cdot 14,21 \cdot X^1)}$

Dal parametro SZ si ricava infine il tempo di ritorno di un determinato evento TR dalla seguente relazione:

$$TR = \frac{1}{1 - SZ}$$

Applicando a ritroso le stesse funzioni si può ricavare l'altezza di precipitazione di assegnato tempo di ritorno da utilizzare poi nel calcolo delle portate tramite il metodo razionale.

Introducendo nel modello di regionalizzazione TCEV il valore del tempo di pioggia e quello del relativo tempo di ritorno, si ottiene l'altezza di pioggia cercata.

5. CALCOLO DELLE PORTATE D'ACQUA METEORICA DA SMALTIRE

Per compiere la progettazione dei condotti fognari di intercettazione e smaltimento delle acque meteoriche dell'area in oggetto e per la successiva valutazione dell'incremento della criticità idraulica nei corpi idrici recettori a valle dei fabbricati in progetto, occorre valutare le portate conseguenti all'altezza d'acqua meteorica di riferimento.

Le portate da smaltire che si assumono per il dimensionamento della rete di smaltimento delle acque meteoriche sono quelle conseguenti all'altezza di pioggia con tempo di ritorno pari a 10 anni, alla stregua di quanto di norma si verifica per una fognatura di acque bianche o miste.

La valutazione delle portate dai dati pluviometrici prende origine dalla stima dell'altezza di precipitazione che può verificarsi sulla superficie scolante per una definita durata.

La durata da considerare é pari al tempo necessario perché tutta la superficie sottesa dalla prefissata sezione contribuisca al deflusso, avendo però definito il carattere dell'evento da considerare: cioè il numero d'anni nel quale mediamente l'evento può essere uguagliato o superato.

La durata della precipitazione che si assume per tetti, strade, cortili, piazzali e giardini al fine di valutare l'intensità di pioggia è normalmente circa 12 minuti (0.20 ore).

Nota l'intensità di precipitazione, per una assegnata superficie scolante S caratterizzata da un coefficiente di deflusso ϕ , la portata defluente è data dall'espressione:

$$Q = \phi S j$$

dove: Q = portata meteorica defluente;
 ϕ = coefficiente di deflusso;
 S = superficie esposta alla pioggia;
 j = intensità pluviometrica.

I coefficienti di deflusso da adottare per i tipi di superficie in oggetto sono:

tetti, ovvero $\phi = 1$

strade bitumate, ovvero $\phi = 1$

cortile interno (su terrazzo), ovvero $\phi = 1$

aree verdi, ovvero $\phi = 0.6$

In relazione allo schema della rete fognaria in progetto, riportato nella tavola in allegato "Planimetria di progetto, stralci della cartografia e particolari costruttivi", si possono definire le superfici scolanti che contribuiscono ad alimentare il deflusso superficiale nelle sezioni significative di verifica della rete fognaria.

Nella seguente tabella si indicano le superfici afferenti alle varie sezioni di verifica, come riportato nella tavola progettuale.

Sezione	TETTI Area [m ²]	STRADE Area [m ²]	CORTILE INTERNO Area [m ²]	AREE VERDI Area [m ²]
C1	0.00	0.00	649.66	0.00
C2	0.00	0.00	298.86	0.00
C3	0.00	0.00	266.28	0.00
C4	0.00	0.00	1303.20	0.00
C5	0.00	0.00	1505.75	0.00
00	0.00	138.86	0.00	0.00
0	49.63	362.58	0.00	0.00
1	191.57	546.83	0.00	90.80
2	506.41	546.83	0.00	90.80
3	659.80	546.83	0.00	90.80
4	987.44	546.83	0.00	90.80
5	1244.71	546.83	1505.75	90.80
6	1525.31	546.83	1505.75	90.80

Sezione	TETTI Area [m ²]	STRADE Area [m ²]	CORTILE INTERNO Area [m ²]	AREE VERDI Area [m ²]
15	0.00	112.69	0.00	0.00
14	0.00	292.88	0.00	0.00
13	0.00	534.14	0.00	0.00
12	0.00	681.64	0.00	82.06
11	134.30	887.50	0.00	82.06
10	284.97	887.50	0.00	82.06
9	513.34	887.50	0.00	82.06
8	799.04	887.50	0.00	82.06
7	2534.32	1434.33	1505.75	172.86
16	0.00	921.60	0.00	1514.04
17	0.00	2753.11	0.00	1926.49
18	2534.32	5109.04	1505.75	3613.39

Applicando il modello TCEV precedentemente descritto si calcola dapprima l'altezza di pioggia corrispondente al caso in esame:

Tempo di ritorno [anni]	Quota [m.s.l.m]	Tempo di pioggia [min]	h pioggia [mm]
10	168	12	25.44

Si determina, quindi, l'intensità di pioggia j necessaria per definire la portata meteorica defluente nei condotti, ovvero la portata specifica in l/s/m², considerando il tempo di pioggia preso in esame e supponendo ragionevolmente che l'intensità sia costante durante tale breve periodo.

Si ha pertanto, nella situazione di progetto:

Sezione	Q meteorica T_R: 10 anni [l/s]
C1	22.95
C2	10.56
C3	9.41
C4	46.05
C5	53.20
00	4.91
0	14.56
1	28.02
2	39.14
3	44.56
4	56.14
5	118.43
6	128.34
15	3.98
14	10.35
13	18.87
12	25.82
11	37.84
10	43.17
9	51.24
8	61.33
7	197.09
16	64.66
17	138.12
18	399.84

6. DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE SEZIONI DEI CONDOTTI FOGNARI

Il calcolo della portata nei condotti della rete fognaria interna viene eseguito in condizioni di moto uniforme.

Per la verifica delle condotte si utilizza la formula di *Prandtl - Colebrook*, che calcola la portata in tubazioni a riempimento completo.

L'utilizzo di tale formula permette di studiare il moto dell'acqua nelle condotte anche quando il regime del moto non è *assolutamente turbolento* ma semplicemente *turbolento*.

Infatti in Idraulica le due denominazioni descrivono regimi fluidi diversi; le formule pratiche comunemente usate presuppongono che il moto sia *assolutamente turbolento* e quindi che le variazioni di velocità e di viscosità dell'acqua non influenzino il coefficiente d'attrito.

E' ben noto tuttavia che nelle tubazioni di uso comune, per velocità minori al metro al secondo, il regime non è *assolutamente turbolento* ma, per valori normali di viscosità dell'acqua, semplicemente *turbolento*.

L'espressione della formula di Prandtl - Colebrook è la seguente:

$$V = \left[-2 \log \left(\frac{2.51 \nu}{D \sqrt{2gJD}} + \frac{\varepsilon_e}{3.71D} \right) \right] \sqrt{2gJD}$$
$$Q = \frac{\pi D^2}{4} V$$

dove:

- V = velocità di scorrimento
- D = diametro interno del tubo
- J = pendenza motrice
- Q = portata defluente
- ν = viscosità cinematica del liquido
- ε_e = scabrezza di esercizio
- g = accelerazione di gravità

Il valore di $\epsilon_{\text{esercizio}}$ assume il significato di scabrezza equivalente, che tiene in conto non solamente il valore relativo al materiale costituente la condotta, ma anche le perdite localizzate relative ai giunti, alle curve ed ai pozzetti.

Con le condotte realizzate in polietilene strutturato corrugato esternamente e liscio internamente si assume $\epsilon_{\text{esercizio}} = 0.10$ mm, mentre per le tubazioni in calcestruzzo vibrocompresso si assume $\epsilon_{\text{esercizio}} = 1.00$ mm.

Utilizzando tale formula, nota la pendenza delle tubazioni è possibile calcolare la portata smaltibile da ogni collettore presente nella rete, in condizioni di riempimento completo.

Il valore a sezione completamente riempita non rappresenta quello massimo smaltibile dalla condotta in quanto la massima portata si ha con un'altezza d'acqua nella tubazione pari al 93% del diametro, mentre il valore massimo della velocità si registra per un rapporto di riempimento $h/d = 0.8$.

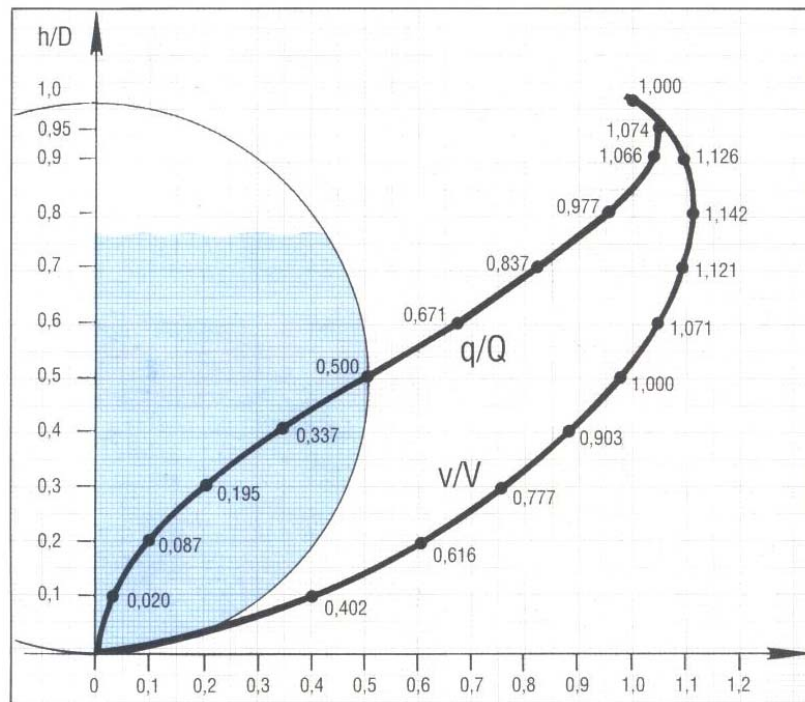


Fig. 1 Scala dei deflussi

Sez.	Q meteorica Tr: 10 anni [l/s]	ϕ int (est) minimo [mm]	Materiale tubaz.	Pend. [%]	Qmax h=93% [l/s]	Vmax h=80% [m/s]	Rapporto riempimento h/d
C1	22.95	176 (200)	PE	0.5	24.3	1.06	0.83
C2	10.56	176 (200)	PE	0.5	24.3	1.06	0.48
C3	9.41	176 (200)	PE	0.5	24.3	1.06	0.45
C4	46.05	273 (315)	PE	0.5	77.4	1.40	0.58
C5	53.20	273 (315)	PE	0.5	77.4	1.40	0.64
00	4.91	176 (200)	PE	0.5	24.3	1.06	0.32
0	14.56	176 (200)	PE	0.5	24.3	1.06	0.58
1	28.02	218 (250)	PE	0.5	42.8	1.21	0.62
2	39.14	218 (250)	PE	0.5	42.8	1.21	0.81
3	44.56	273 (315)	PE	0.5	77.4	1.40	0.57
4	56.14	273 (315)	PE	0.5	77.4	1.40	0.66
5	118.43	344 (400)	PE	0.5	142.4	1.62	0.74
6	128.34	344 (400)	PE	0.5	142.4	1.62	0.79
15	3.98	176 (200)	PE	0.5	24.3	1.06	0.28
14	10.35	176 (200)	PE	0.5	24.3	1.06	0.47
13	18.87	176 (200)	PE	0.5	24.3	1.06	0.69
12	25.82	218 (250)	PE	0.5	42.8	1.21	0.58
11	37.84	218 (250)	PE	0.5	42.8	1.21	0.76
10	43.17	273 (315)	PE	0.5	77.4	1.40	0.56
9	51.24	273 (315)	PE	0.5	77.4	1.40	0.62
8	61.33	273 (315)	PE	0.5	77.4	1.40	0.71
7	197.09	500 (590)	CLS	0.5	302.5	1.63	0.62
16	64.66	500 (mezzo tubo)	CLS	0.5	141.3 (mezzo tubo)	1.44	0.33 (mezzo tubo=0.5)
17	138.12	500 (mezzo tubo)	CLS	0.5	141.3 (mezzo tubo)	1.44	0.49 (mezzo tubo=0.5)

Si verifica così che tutti i tronchi di condotta sono idonei a smaltire le portate pluviali nella situazione di progetto; infatti le portate meteoriche precedentemente calcolate risultano inferiori alle portate smaltibili in tutte le sezioni di analisi.

Si precisa, inoltre, che le tubazioni di diametro esterno 200, 250, 315 e 400 mm (diametro interno rispettivamente di 176, 218, 273 e 344 mm) saranno realizzate in polietilene strutturato corrugato esternamente e liscio internamente, mentre le tubazioni di diametro interno 500 mm saranno realizzate in calcestruzzo vibrocompresso.

Le canalette afferenti alle sezioni di chiusura n. 16 e n. 17, che intercettano le acque di ruscellamento del parcheggio e dell'area a verde della porzione nord-est del PEC, saranno costituite da mezzi tubi in CLS vibrocompresso del diametro interno di 500 mm ed avranno una pendenza del fondo pari allo 0.5%.

7. VERIFICA DELLA TUBAZIONE DI SCARICO DEL RILEVATO ARGINALE ESISTENTE

La rete di regimazione delle acque meteoriche in progetto convoglia le acque di pioggia nella tubazione di scarico esistente attraverso il rilevato arginale.

Le caratteristiche di tale tubazione, desunte dalla planimetria di rilievo fornita allo scrivente, sono le seguenti:

materiale:	CLS
diametro interno:	500 mm
pendenza:	7%

Si compie, pertanto, la verifica idraulica del collettore esistente in cui vengono convogliate le acque intercettate dalla rete di regimazione delle acque meteoriche in progetto.

Tale valutazione viene fatta in condizioni di moto uniforme.

La valutazione delle portate massime defluente in tali condotti viene effettuata tramite la formula di Prandtl - Colebrook, come per il dimensionamento precedente.

Il valore a sezione completamente riempita non rappresenta quello massimo smaltibile dalla condotta in quanto la massima portata si ha con un'altezza d'acqua nella tubazione pari al 93% del diametro.

E' pertanto possibile valutare la capacità di deflusso limite del condotto

Assumendo una scabrezza $\varepsilon_{\text{esercizio}} = 4 \text{ mm}$ (rappresentativa di una tubazione in CLS in servizio da più anni) si ottengono i seguenti risultati:

Sez.	Q meteorica T _R : 10 anni [l/s]	ϕ_{int} (est) [mm]	Materiale tubaz	Pend. [%]	Q _{max} h=93% [l/s]	V _{max} h=80% [m/s]	Rapporto riempimento h/d
18	399.84	500 (590)	CLS	7	930.40	5.02	0.46

I calcoli eseguiti evidenziano che, con riferimento ad un evento di pioggia avente un tempo di ritorno di 10 anni, il collettore di scarico esistente che attraversa il rilevato arginale, ha una capacità idraulica superiore alla portata intercettata dalla rete di regimazione delle acque meteoriche in progetto (più del doppio); tale tubazione è quindi in grado di convogliare la portata di riferimento senza che si verifichi un aggravio sostanziale delle condizioni di criticità idraulica.

Si può dichiarare, pertanto, che la sistemazione in progetto non presenta elementi che possano indurre condizioni critiche sul piano idraulico e, conseguentemente, che essa è compatibile dal punto di vista idraulico.

8. ALLEGATI

- Tavola unica: *“Planimetria di progetto, stralci della cartografia e particolari costruttivi”*.