REGIONE DEL VENETO

PROVINCIA DI PADOVA

COMUNE DI SAN GIORGIO IN BOSCO

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

Ai sensi della D.G.R.V. n. 1841 del 19/06/2007 e s.m.i.

OGGETTO : STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA PER IL PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UNA PISTA PER GO-KART SCOPERTA PER LA DITTA "BI KARTING S.R.L."

Gennaio 2014

Il committente
BI Karting s.r.l.

BI KARTING SRL
Via Valsugana, 40 - Tel. 049.9450066
35010 S. GIORGIO IN BOSCO (PD)
P.IVA 0 3 3 0 7 7 0 0 2 4 9

Il consulente idraulico
Ing. Claudio Zanetti

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PADOVA
Ing. CLAUDIO ZANETTI N. 2096

Ai sensi della legge sul diritto d'autore (n.633 del 22/04/1941) è vietata la riproduzione (anche parziale), la duplicazione, consegna a terzi del presente elaborato senza la preventiva autorizzazione scritta dell'autore

INDICE

1. PREMESSE 2

2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO 2

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE 3

4. STATO ATTUALE DEI LUOGHI E CONDIZIONE IDROGEOLOGICA ESISTENTE 5

5. VALUTAZIONE CRITICITA', RISCHIO E PERICOLOSITA' IDRAULICA 6

6. LA SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO 8

7. ELABORAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI 8

8. COEFFICIENTI DI DEFLUSSO DI PROGETTO 16

9. STIMA DELLE PORTATE GENERATE 17

10. INTERVENTO DI MITIGAZIONE PROPOSTO 19

11. CALCOLO DEL VOLUME D' INVASO NECESSARIO 20

12. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DRENANTE 22

13. CONSIDERAZIONI SUL TRATTAMENTO DELLE ACQUE 23

14. INDICAZIONI PER LA REALIZZAZIONE DELLA RETE 24

15. INDICAZIONI PER MANUTENZIONE DELLA RETE 25

1. PREMESSE

Su incarico dei progettisti dell'intervento, per conto della Committenza, è stata redatta la seguente valutazione di compatibilità idraulica, in osservanza alla Delibera di Giunta Regionale del Veneto n° 1841 del Giugno 2007 (e s.m.i.), per la gestione della rete acque meteoriche a servizio della realizzazione di una nuova pista per go-kart scoperta per la società "BI Karting s.r.l.", in Comune di S.Giorgio in Bosco (PD).

La relazione si pone l'obiettivo di:

- compiere uno studio idrologico sui dati pluviometrici allo scopo di individuare le curve di possibilità pluviometrica che meglio descrivono l'area oggetto di indagine;
- quantificare il volume di invaso necessario al fine di rispettare il principio dell'invarianza idraulica, in conformità a quanto indicato nella Delibera di Giunta Regionale del Veneto n. 1841 del 19 Giugno 2007 (e s.m.i.);
- dimensionare adeguatamente i dispositivi atti a fornire i volumi necessari all'invaso;
- prevedere una rete di raccolta delle acque meteoriche opportunamente dimensionata, tenendo in debito conto le esigenze di mitigazione;
- dimensionare un sistema di scarico delle acque compatibile con il principio dell'invarianza idraulica.

2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

La Regione del Veneto norma il proprio territorio con alcuni importanti strumenti tra i quali il Piano Territoriale di Coordinamento e la Legge 11/2004 "Norme per il governo del Territorio", nella quale s'inseriscono le delibere della Regione del Veneto (DGR 3637/02, 1322/06 e 1841/07) che precisano l'obbligatorietà dello studio di compatibilità idraulica e come deve essere redatto.

Con deliberazione n. 3637 del 13.12.2002, la Giunta Regionale forniva gli indirizzi operativi e le linee guida per la Verifica della Compatibilità Idraulica delle previsioni urbanistiche con la realtà idrografica e le caratteristiche idrologiche e ambientali del territorio.

Tale provvedimento prevedeva che l'approvazione di un nuovo strumento urbanistico, ovvero di varianti a quello vigente, fosse subordinata al parere della competente autorità idraulica su un apposito studio di compatibilità idraulica.

Lo studio, al fine di evitare l'aggravio delle condizioni del regime idraulico, doveva prevedere la realizzazione di idonee misure che abbiano funzioni compensative dell'alterazione provocata dalle nuove previsioni urbanistiche. Le misure compensative consistono sostanzialmente nell'individuazione e progettazione di volumi e modalità di gestione di essi, in modo che l'area interessata da intervento di trasformazione del suolo non modifichi la propria risposta idrologico-idraulica in termini di portata generata.

Inoltre è stato disposto che la Valutazione di Compatibilità debba acquisire il parere favorevole dell'Unità Complessa del Genio Civile Regionale competente per territorio, sentito il Consorzio di Bonifica.

Si è quindi modificato sensibilmente l'approccio per la pianificazione urbanistica, tanto da evidenziare la necessità di adeguare la "Valutazione di Compatibilità Idraulica" alle nuove procedure.

In tale prospettiva, con delibera n. 1322 del 10 maggio 2006 e s.m.i., la Giunta Regionale del Veneto, fornisce le nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici.

L'Allegato A dell'indicata Delibera fornisce le "Modalità operative e indicazioni tecniche" delle nuove Valutazioni di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici.

Nell'ambito delle valutazioni di compatibilità idraulica non si può prescindere dall'aspetto legato alla qualità delle acque, così come impone la normativa vigente: il riferimento normativo a livello nazionale è il D.Lgs. del 03/04/2006 n. 152 "*Norme in materia Ambientale*", che recepisce le indicazioni del D.Lgs. 152 del 1999.

La Regione Veneto, con deliberazione n. 4453 del 29/12/2004 ha adottato il Piano di Tutela delle Acque, ai sensi del D.Lgs. 152 del 1999.

Con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 107 del 05/11/2009 viene approvato il Piano di Tutela delle Acque e le sue Norme Tecniche di Attuazione, ove si normano, tra l'altro, i sistemi di trattamento delle acque reflue urbane ed industriali e le acque meteoriche di dilavamento, di prima pioggia e di lavaggio.

Con la D.G.R. n. 80 del 27/01/2011 vengono approvate le Linee guida Applicative delle Norme Tecniche di Attuazione del P.T.A. e con D.G.R. n. 1770 del 28/08/2012 vengono emanate le "Precisazioni relative ad alcuni aspetti delle N.T.A. del P.T.A.".

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area oggetto dell'intervento di realizzazione della nuova pista scoperta è ubicata ad ovest di un complesso di edifici produttivo-commerciali lungo Via S.S. n. 47 della Valsugana; catastalmente è individuata al Foglio 6, Mappali 20, 394 al C.T. del Comune di S.Giorgio in Bosco.

La superficie dell'intervento, che si svilupperà in due ambiti, rispettivamente il Comparto 1 a nord di Via S. Antonio ed il Comparto 2 a sud, si estende su un'**area complessiva di 8.349,81 mq.**

Di seguito si riportata un estratto di CTR, un ortofoto ed un estratto del PI vigente ed adottato al fine di inquadrarne compiutamente l'ubicazione.

Figura 1: *estratto CTR con evidenziata area intervento*

Figura 2: *ortofoto*

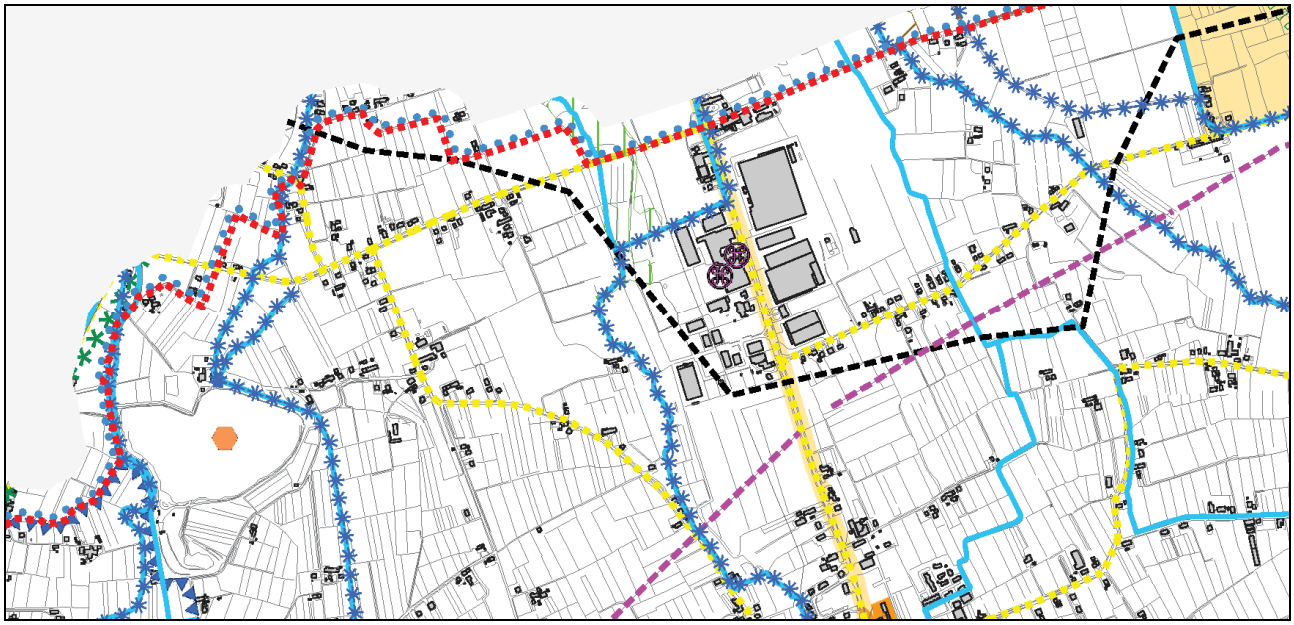

Figura 3: *estratto PATI Carta dei Vincoli*

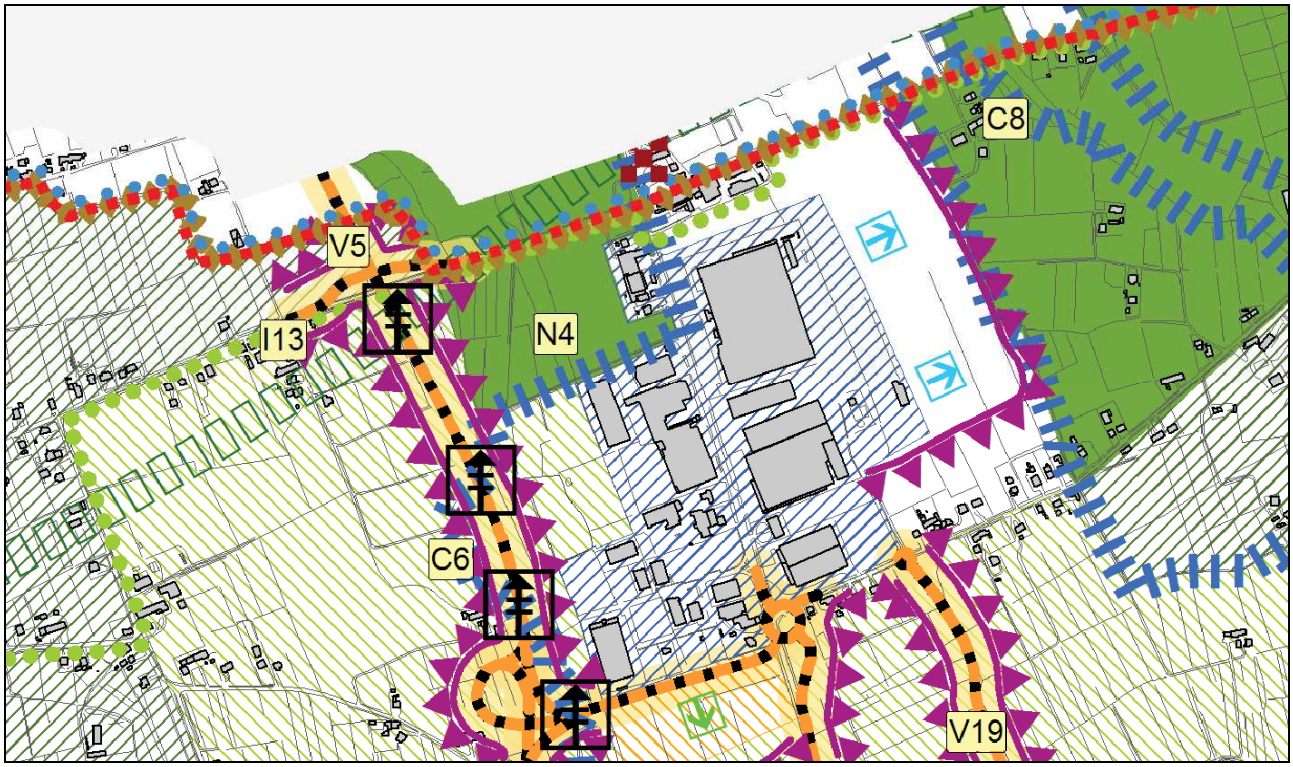

Figura 4: *estratto PATI Carta Trasformabilità*

4. STATO ATTUALE DEI LUOGHI E CONDIZIONE IDROGEOLOGICA ESISTENTE

Lo stato attuale vede l'intera area, adibita alla realizzazione dell'intervento urbanistico, sostanzialmente ad uso agricolo, non presentando quindi alcun tipo di superficie impermeabile; la risposta idrologica risulta quella tipica dei terreni coltivati, descrivibile con un coefficiente di deflusso φ pari a 0,1.

Relativamente alla rete idrica superficiale esistente, gestita dal Consorzio di bonifica Brenta, si costata la presenza, a nord e a ovest dell'area oggetto di intervento, della roggia Brentella. Tuttavia la posizione del canale, non direttamente in comunicazione con l'area oggetto di intervento, non consente uno scarico diretto delle acque mitigate, rendendosi necessarie opere fuori ambito di proprietà.

Relativamente agli aspetti idrogeologici l'area in esame è situata nel settore occidentale della zona industriale posta sul lato ovest della S.S.47, 500mt a nord del centro di San Giorgio in Bosco.

Il territorio è posto ad una quota media di 32.0 mslm all'interno della pianura alluvionale pleistocenica del f.Brenta; i materiali che costituiscono il sottosuolo sono dovuti alla deposizione di sedimenti a granulometria da media a fine da parte del f.Brenta e in precedenza alla sedimentazione marina.

Dal punto di vista morfologico l'area è posta su lato est di uno scolo che drena gli affioramenti di risorgiva e confluisce a sud nella Roggia Brentella- Munara; l'area presenta per questo una pendenza media del 0.8% verso sud-ovest in direzione dello scolo.

Il sottosuolo dell'area in esame è costituito dalla potente successione dei materiali alluvionali e fluvioglaciali deposti dal f.Brenta; i materiali sono rappresentati essenzialmente da ghiaie e sabbie con locali intercalazioni limoso-argillose. Con riferimento alla stratigrafia di un pozzo situato 400mt a nord-est, è presente al di sotto del terreno vegetale una successione di Ghiaie sabbiose fino a -18mt seguite da Argille e Sabbie fino a -23mt e Argille torbose fino a - 37mt. Successivamente sono presenti ancora Ghiaie sabbiose fio a -60mt con un livello di Argilla da -48mt a -51mt.

Il sottosuolo presenta una falda acquifera superficiale regolata dagli afflussi meteorici e dalle portate del fiume Brenta e del Canale Brentella che esercitano un'azione drenante.

Il livello statico attuale della falda rilevato nei fori di prova, è presente alla profondità variabile da -1.95mt a -1.50mt decrescente verso ovest in relazione con l'abbassamento di quota del p.c.; nelle fasi di piena si prevede una risalita fino alla profondità media di -1.2mt dal p.c. attuale.

5. VALUTAZIONE CRITICITA', RISCHIO E PERICOLOSITA' IDRAULICA

Dal punto di vista idrografico il territorio del Comune di San Giorgio in Bosco appartiene al bacino regionale dei fiumi Brenta-Bacchiglione e non ricade, nella parte di interesse, all'interno del Bacino scolante della Laguna Veneta.

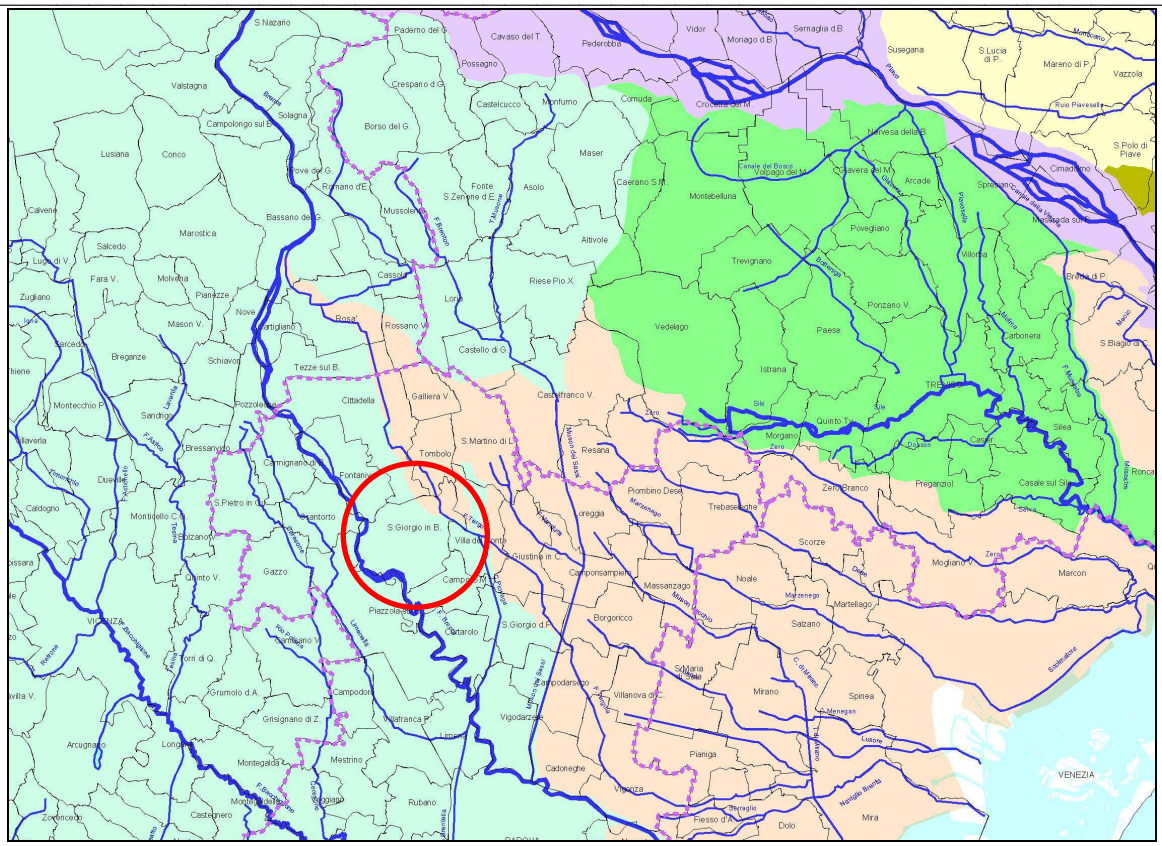

Figura 5: *estratto cartografia PAI –bacini*

Per verificare la classificazione dell'area nell'ambito del P.A.T.I. del "Medio Brenta", si è fatto riferimento alla Valutazione di compatibilità idraulica e alla "Carta delle Fragilità" di cui si riporta l'estratto

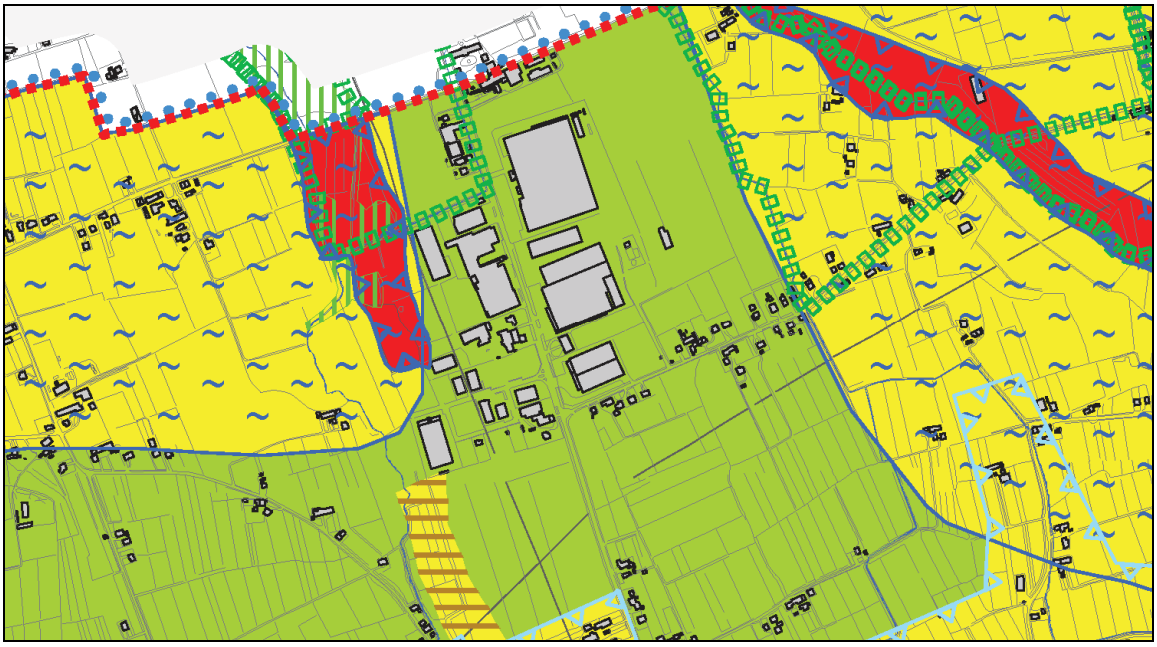

Figura 6: *estratto cartografia PATI- carta delle fragilità*

Nell'allegato H7 della Valutazione di compatibilità idraulica del P.A.T.I. l'area in esame non è stata classificata a rischio idraulico per la pericolosità della rete idrografica minore ed è posta a est di un'area di risorgiva.

Nella carta delle Fragilità, l'intervento in progetto è situato in una porzione di territorio classificato "Area Idonea" (art.7.5.1) e in parte nel settore a nordovest "Area Idonea a condizione", legata a problematiche di carattere idrogeologico e idraulico (art.7.5.2.1 – 7.5.2.2).

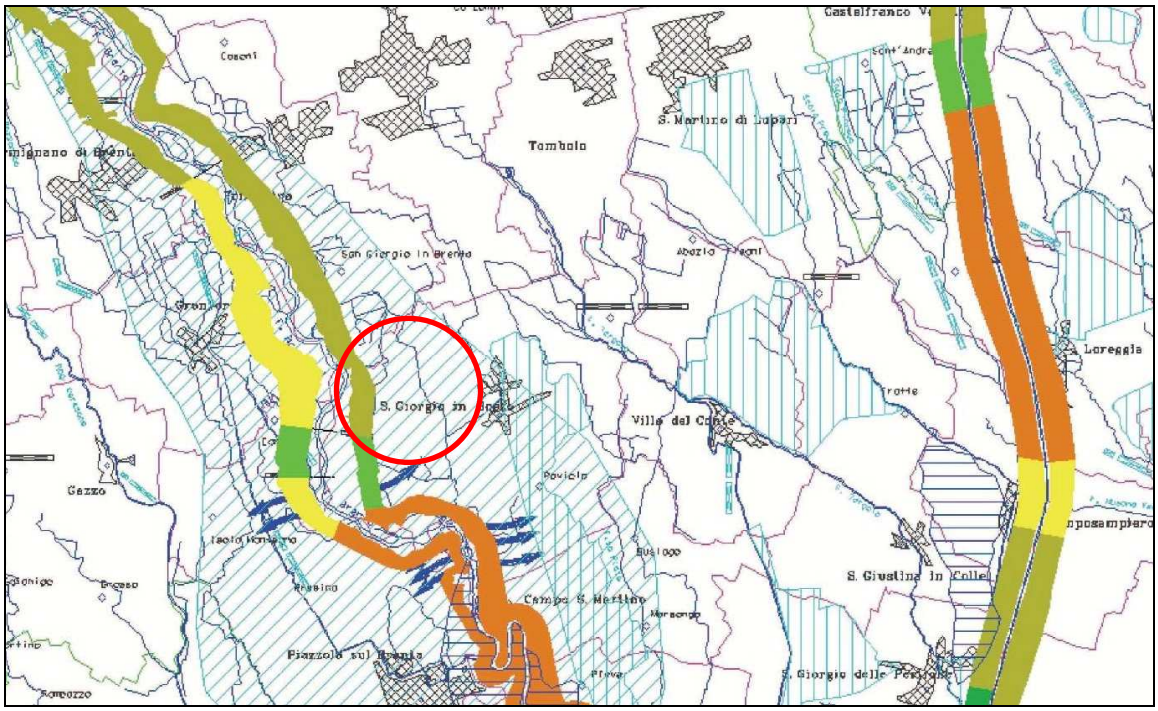

Figura 7: *estratto cartografia PAI Brenta Bacchiglione-carta della pericolosità idraulica*

6. LA SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO

Dal punto di vista teorico la definizione di un tempo di ritorno di progetto, ovvero del periodo di tempo in cui l'evento di progetto viene in media uguagliato o superato, dovrebbe derivare da un'analisi costi benefici derivante dalla valutazione dei costi di realizzazione di determinate opere di difesa e dalle conseguenti spese evitate. Sulla base delle indicazioni fornite dalla Delibera di Giunta Regionale del Veneto n° 1841 del 19/06/2007 e s.m.i. per le valutazioni di compatibilità idraulica relative alle trasformazioni d'uso del suolo a seguito di nuove urbanizzazioni, bisogna fare riferimento a eventi caratterizzati da un tempo di ritorno di 50 anni. Nel caso di immissione delle acque nel sottosuolo, mediante sistemi disperdenti, per valori superiori al 50% degli aumenti di portata è necessario utilizzare un tempo di ritorno di 200 anni.

Considerando le modalità di realizzazione della rete e dei sistemi disperdenti verrà usato un **tempo di ritorno di 200 anni.**

7. ELABORAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI

L'elaborazione si svolge sui valori osservati per le piogge brevi ed intense (cioè quelle con durata da pochi minti fino all'ora) e per le precipitazioni di più ore consecutive.

Alle precipitazioni massime di data durata, intese come eventi estremi che costituiscono una serie di elementi tra loro indipendenti, possono applicarsi la seguente descrizione statistica, comune a molte serie idrologiche:

$$X\ (Tr) = Xm + F\ Sx$$

essendo:

- X (Tr) il valore dell'evento caratterizzato da un periodo di ritorno Tr, ossia l'evento che viene eguagliato o superato, mediamente, ogni Tr anni;
- Xm il valore medio degli eventi considerati;
- F fattore di frequenza;
- Sx scarto quadratico medio della variabile in esame.

Una tra le più usate distribuzioni di probabilità dei valori estremi (serie annuale) è la distribuzione doppio esponenziale di Gumbel, la quale assegna ad F l'espressione:

$$F = \frac{Y(Tr) - \overline{Yn}}{Sn}$$

essendo la grandezza Y (Tr), funzione del tempo di ritorno, la cosiddetta variabile ridotta, mentre $\overline{Yn}$ ed Sn rappresentano la media e lo scarto quadratico medio della variabile ridotta: esse sono funzione del numero N di osservazioni. Operando la sostituzione di F si ha:

$$X(Tr) = Xm - \frac{Sx}{Sn}\overline{Yn} + \frac{Sx}{Sn}Y(Tr)$$

La quantità $Xm - \frac{Sx}{Sn}\overline{Yn}$ è chiamata moda e rappresenta il valore con massima frequenza probabile.

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

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

Per ciascun tempo di ritorno si è provveduto a calcolare l'equazione di possibilità pluviometrica mediante interpolazione, delle quali di seguito si riportano i valori di a,n. Le precipitazioni considerate sono quelle registrate nella stazione pluviografica di Cittadella (PD). I dati pluviometrici sono forniti dal Centro Meteorologico di Teolo e dagli Annali Idrologici.

CittadellaCMTCronoMinuti.txt

Stazione di CITTADELLA
Serie cronologica massimi di precipitazione
Regolarizzazione effettuata con legge di GUMBEL

$$P(x) = e^{-e^{-alfa * (x - beta)}}$$

5 min		10 min		15 min		30 min		45 min	
mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG
8.0	930617	11.2	931006	14.8	931006	21.2	931006	25.2	931006
13.0	940824	23.4	940824	30.4	940824	39.6	940824	47.6	941002
13.6	950827	23.8	950827	29.2	950827	41.4	950716	48.0	950716
11.2	960828	20.0	960828	27.4	960828	41.2	960828	42.4	960828
16.8	970718	27.4	970718	31.4	970718	37.0	970718	38.4	970718
9.2	980607	16.2	981006	19.0	981006	29.6	980607	42.2	980607
11.2	990714	14.4	990615	18.2	990615	21.8	990615	23.0	990615
11.2	000812	18.0	000920	24.4	000920	33.6	000920	34.6	000920
8.8	010712	15.4	010712	20.8	010712	33.2	010712	42.6	010712
12.2	020527	24.2	020527	34.4	020527	49.0	020527	49.8	020527
7.8	030602	12.4	030626	15.6	030626	19.6	030602	20.6	030602
8.6	040602	16.8	040602	18.8	040916	26.2	040914	33.6	040914
10.8	050909	20.6	050909	24.8	050909	28.0	050909	28.4	050909
7.6	060629	14.0	060629	17.0	060629	18.2	060929	18.2	060929
8.6	070917	15.4	070917	19.0	070820	23.4	070820	25.4	070527

Tabella 1: *osservazioni pluviometriche-scrosci-CMT Cittadella*

	DURATA SCROSCI (ore)				
TR	**0,083**	**0,167**	**0,250**	**0,500**	**0,750**
2	10,20	17,52	22,11	29,53	33,14
5	13,08	22,87	29,10	39,91	44,97
10	14,98	26,41	33,72	46,78	52,80
25	17,38	30,88	39,56	55,47	62,70
50	19,16	34,20	43,90	61,91	70,04
100	20,93	37,49	48,20	68,31	77,33
200	22,70	40,77	52,49	74,68	84,59
media	10,573	18,213	23,013	30,867	34,667
alfa	0,395	0,212	0,162	0,109	0,096
beta	9,274	15,794	19,853	26,169	29,314
n. osservazioni	15	15	15	15	15

Tabella 2: *elaborazione secondo Gumbel degli scrosci-CMT Cittadella*

Tr	a(mm*ore)	n
2	41,9	0,528
5	57,5	0,556
10	67,8	0,567
25	80,8	0,579
50	90,5	0,585
100	100,1	0,590
200	109,7	0,594

Tabella 3: *a,n per gli scrosci-CMT Cittadella*

CittadellaCMTCronoOre.txt

```
Stazione di CITTADELLA
Serie cronologica massimi di precipitazione
Regolarizzazione effettuata con legge di GUMBEL

          -alfa * (x - beta)
        -e
P(x) = e
```

1 ora		3 ore		6 ore		12 ore		24 ore	
mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG
27.8	931006	31.6	931006	31.6	931006	40.6	931002	42.6	931105
63.6	941002	88.6	941002	90.2	941002	90.2	941002	91.6	941002
48.6	950716	49.8	950716	67.8	950828	110.8	950827	121.8	950827
53.8	960828	68.2	960828	68.2	960828	68.2	960827	68.8	960827
40.2	970718	46.8	970718	49.0	970718	54.6	971220	61.0	971219
47.2	980607	69.0	980607	73.0	980607	73.0	980607	127.6	981006
27.2	990920	40.4	990920	42.4	990920	64.2	990920	68.4	990920
38.4	000920	47.4	000920	47.8	000920	56.6	001106	70.0	001006
49.0	010712	64.0	010712	72.6	010712	73.2	010712	73.2	010711
50.0	020527	50.0	020527	60.4	020527	74.8	020527	81.4	020810
20.8	030601	29.0	031108	40.8	031108	60.0	031108	72.8	031108
38.6	040914	59.8	040914	70.2	040914	72.6	040914	73.6	040914
35.2	050629	45.8	050909	51.4	051003	77.0	051105	120.0	051106
20.6	060915	40.6	060915	68.4	060915	91.8	060914	104.2	060914
29.2	070917	41.8	070917	41.8	070917	53.0	070504	60.0	070526

Tabella 4: *osservazioni pluviometriche-orarie-CMT Cittadella*

	DURATA ORARIE (ore)				
TR	**1**	**3**	**6**	**12**	**24**
2	37,53	49,25	56,05	68,18	78,85
5	51,61	66,82	74,02	87,75	106,86
10	60,93	78,45	85,91	100,7	125,4
25	72,71	93,14	100,94	117,07	148,83
50	81,44	104,04	112,09	129,21	166,21
100	90,12	114,86	123,15	141,26	183,46
200	98,76	125,64	134,18	153,27	200,65
media	39,347	51,373	58,373	70,707	82,467
alfa	0,081	0,065	0,063	0,058	0,04
beta	32,977	50,245	50,245	61,854	69,795
n. osservazioni	15	15	15	15	15

Tabella 5: *elaborazione secondo Gumbel delle piogge orarie-CMT Cittadella*

Tr	a(mm*ore)	n
2	37,6	0,234
5	51,3	0,223
10	60,4	0,218
25	71,9	0,214
50	80,3	0,211
100	88,8	0,209
200	97,2	0,208

Tabella 6: *a,n per le piogge orarie-CMT Cittadella*

CittadellaCronoMinuti.txt

Stazione di CITTADELLA
Serie cronologica massimi di precipitazione
Regolarizzazione effettuata con legge di GUMBEL

$$P(x) = e^{-e^{-alfa * (x - beta)}}$$

5 min		10 min		15 min		30 min		45 min	
mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG
	560101		560101	13.4	560711		560101		560101
	570101		570101		570101		570101		570101
	580101		580101	11.8	580816	38.2	580807		580101
	590101		590101		590101	26.0	590714		590101
	600101		600101		600101	39.4	600629		600101
	610101		610101	19.4	610715	29.0	610527		610101
	620101		620101		620101	23.0	620625		620101
	630101		630101	22.0	630614	34.0	630804	43.0	630804
	640101		640101		640101	14.0	640526		640101
	650101		650101	30.6	650823		650101		650101
	660101		660101	19.0	660725	27.2	660725	30.8	660725
	670101		670101	12.0	670516	14.0	670516		670101
	680101		680101	20.4	680829	29.2	680829	31.4	680829
	690101		690101	11.2	690815	14.0	690816	17.0	690816
	700101		700101	16.2	700808	30.4	700916	38.2	700916
	710101		710101	8.4	710615	15.6	710615		710101
	720101		720101	14.6	720617	20.0	720617	21.4	720617
	730101		730101	11.4	730704	14.4	730704	16.8	730704
	740101		740101	11.4	740507	14.4	740507	17.4	740507
	750101		750101	11.0	750725	12.6	750725	13.6	750725
	760101		760101	10.0	760722	33.0	760722	38.0	760722
	770101		770101	7.4	770531	10.0	770621	11.8	770621
	780101		780101	18.6	780807	25.6	780530	25.6	780530
	790101		790101	20.0	790921	40.0	790921	45.0	790921
	800101		800101	18.0	800610	33.0	800610	54.6	800610
	810101		810101	15.8	810502	35.0	810502	37.8	810502
	820101		820101	29.8	820806	30.0	820806	30.2	820806
	830101		830101	15.0	830902	20.0	830902	30.4	830902
	850101		850101	14.0	850615	18.0	850602	25.0	850602
	860101		860101	14.2	860909	17.2	860909	24.0	860909
	870101		870101		870101		870101		870101
	880101		880101	14.0	881012		880101		880101
	890101		890101	33.0	890628	34.4	890628	34.4	890628
	900101		900101		900101		900101		900101
	910101		910101	16.0	910709	22.0	910709	26.6	910709
	920101		920101	7.4	921005	8.6	921005	12.0	921005
	930101		930101	15.0	931006	19.0	931006	28.2	931006
	940101		940101	20.4	940824	21.2	940824	21.6	940825
	950101		950101	21.0	950828	29.0	950716	29.6	950716

Tabella 7: *osservazioni pluviometriche-scrosci-Annali Cittadella*

	15 MIN			30 MIN			45 MIN		
	N dati: 32			N dati: 33			N dati: 25		
	Media: 16,325			Media: 23,982			Media: 28,176		
	alfa: 0,178			alfa: 0,124			alfa: 0,101		
	Beta: 13,305			Beta: 19,633			Beta: 22,926		
TR =2	Xt	=	15,36	Xt	=	22,59	Xt	=	26,55
TR =5	Xt	=	21,73	Xt	=	31,74	Xt	=	37,76
TR =10	Xt	=	25,94	Xt	=	37,80	Xt	=	45,18
TR =25	Xt	=	31,26	Xt	=	45,45	Xt	=	54,56
TR =50	Xt	=	35,21	Xt	=	51,13	Xt	=	61,51
TR =100	Xt	=	39,13	Xt	=	56,76	Xt	=	68,42
TR =200	Xt	=	43,03	Xt	=	62,38	Xt	=	75,30

Tabella 8: *elaborazione secondo Gumbel degli scrosci-Annali Cittadella*

Tempo di ritorno(anni)	Linea segnalatrice $h=a*t^n$			
1,5	h=	31,2	t	^{0,504}
5	h=	44,3	t	^{0,508}
10	h=	52,8	t	^{0,509}
25	h=	63,8	t	^{0,510}
50	h=	71,9	t	^{0,511}
100	h=	80,0	t	^{0,512}
200	h=	87,9	t	^{0,512}

Tabella 9: *a,n per gli scrosci-Annali Cittadella*

CittadellaCronoOre.txt

Stazione di CITTADELLA
Serie cronologica massimi di precipitazione
Regolarizzazione effettuata con legge di GUMBEL

$$P(x) = e^{-e^{-alfa * (x - beta)}}$$

1 ora		3 ore		6 ore		12 ore		24 ore	
mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG
21.8	560926	30.0	560926	37.0	560925	62.0	560925	95.4	560925
31.2	570818	32.4	570818	35.8	571110	41.4	571110	57.0	570925
40.0	580807	44.0	580807	44.0	580807	44.2	580807	65.8	581111
29.6	590714	44.6	590714	50.0	590714	50.8	590429	70.8	591112
42.2	600629	43.4	600629	43.8	600708	51.0	600708	62.4	600628
29.6	610527	29.8	610527	34.0	611112	46.6	611112	59.2	611007
46.4	620625	62.2	620625	66.4	620625	66.8	620625	66.8	620625
47.0	630804	53.2	630804	54.2	630804	64.0	630804	72.7	630904
	640101		640101		640101		640101		640101
30.6	650823	43.4	650705	51.2	650705	71.0	650704	90.0	650704
32.2	660725	39.2	660808	49.6	660816	69.6	660816	87.0	660816
14.8	670516	24.0	670217	40.0	670217	58.0	670216	68.6	670216
31.6	680829	48.2	680829	55.2	680829	55.6	680829	65.6	680829
19.6	690816	27.2	690826	33.8	690826	41.4	690506	54.6	690826
41.8	700916	43.0	700916	43.4	700916	44.6	700916	44.6	700916
15.6	710615	15.6	710615	25.2	710216	39.6	710216	58.0	710216
21.8	720617	36.4	720702	42.0	720702	43.2	720212	55.0	720212
16.8	730704	21.4	730419	28.0	730419	37.2	730925	64.6	730925
18.4	740507	23.8	740507	33.0	740507	47.0	740507	55.8	740507
14.8	750725	31.2	750505	43.2	750505	60.0	750505	74.8	750505
40.0	760722	46.6	760722	48.6	760724	48.8	760722	49.8	760722
12.4	770621	17.8	770621	23.0	770329	37.0	770329	55.0	770104
25.6	780530	33.4	781003	40.4	781003	45.0	781003	70.0	781003
50.0	790922	58.4	791022	69.4	790922	76.0	790922	83.2	790922
62.6	800610	64.6	800610	64.8	800610	65.0	800610	78.0	800610
38.4	810502	39.2	810502	39.8	810502	68.2	811026	109.6	811026
30.2	820806	42.2	820828	50.0	820828	57.4	820828	73.2	820828
35.4	830902	41.0	830902	55.0	830902	55.4	830902	55.6	830902
30.2	850602	40.2	850602	53.2	850602	57.0	850302	78.4	850302
25.2	860909	38.4	860909	54.5	860909	74.8	860909	100.2	860131
34.0	870824	60.0	870824	89.0	870824	95.2	870824	96.4	870824
26.0	880605	46.8	880605	51.8	880605	70.6	880605	84.6	880605
34.4	890628	34.4	890628	36.0	890403	53.0	890403	53.4	890403
	900101		900101		900101		900101		900101
27.0	910617	39.0	910617	39.0	910617	52.4	911004	62.4	910503
13.0	921005	25.4	921005	33.4	921005	53.0	921004	67.6	921003
	930101		930101		930101		930101		930101
22.6	940628	30.0	940720	42.4	940720	57.8	940916	58.8	940916
30.6	950716	44.8	950828	65.4	950828	72.8	950828	93.8	950827

Tabella 10: *osservazioni pluviometriche-orarie-Annali Cittadella*

	1 ORA			3 ORE			6 ORE			12 ORE			24 ORE		
	N dati: 36			N dati: 36			N dati: 36			N dati: 36			N dati: 36		
	Media: 30,094			Media: 38,756			Media: 46,264			Media: 56,483			Media: 70,519		
	alfa: 0,099			alfa: 0,094			alfa: 0,084			alfa: 0,087			alfa: 0,071		
	Beta: 24,614			Beta: 32,998			Beta: 39,792			Beta: 50,259			Beta: 62,931		
TR=2	Xt	=	28,33	Xt	=	36,90	Xt	=	44,18	Xt	=	54,48	Xt	=	68,07
TR=5	Xt	=	39,81	Xt	=	48,96	Xt	=	57,73	Xt	=	67,51	Xt	=	83,97
TR=10	Xt	=	47,41	Xt	=	56,94	Xt	=	66,71	Xt	=	76,15	Xt	=	94,49
TR=25	Xt	=	57,01	Xt	=	67,03	Xt	=	78,05	Xt	=	87,06	Xt	=	107,79
TR=50	Xt	=	64,14	Xt	=	74,52	Xt	=	86,46	Xt	=	95,15	Xt	=	117,66
TR=100	Xt	=	71,21	Xt	=	81,95	Xt	=	94,81	Xt	=	103,18	Xt	=	127,45
TR=200	Xt	=	78,25	Xt	=	89,35	Xt	=	103,13	Xt	=	111,18	Xt	=	137,21

Tabella 11: *elaborazione secondo Gumbel delle piogge orarie-Annali Cittadella*

Tempo di ritorno(anni)	Linea segnalatrice $h=a*t^n$			
1,5	h=	27,7	t	^{0,275}
5	h=	38,7	t	^{0,232}
10	h=	46,1	t	^{0,214}
25	h=	55,5	t	^{0,196}
50	h=	62,4	t	^{0,186}
100	h=	69,2	t	^{0,178}
200	h=	76,0	t	^{0,171}

Tabella 12: *a,n per le piogge orarie-Annali Cittadella*

Relativamente alle fonti disponibili appare utile segnalare l'opportunità di **utilizzare le misure pluviometriche fornite dal Centro Meteorologico di Teolo (CMT)** piuttosto che quelle disponibili negli Annali Idrologici, in quanto solo i dati del CMT contengono le registrazioni degli ultimi anni, ovvero quelli che maggiormente risentono del mutamento climatico in atto; non di minore importanza appare la maggiore disponibilità di dati del CMT relativamente alle misure degli scrosci. A conforto di quanto sopra affermato si riportano di seguito due grafici che confrontano le elaborazioni ottenute con i dati degli Annali Idrologici (periodo di osservazione 1956-1995) e con i dati del CMT (periodo di osservazione 1993-2007) per la stazione di Cittadella (PD) relativi alle piogge orarie; a confronto sono stati messi anche i valori di Bassano del Grappa (VI) degli Annali Idrologici.

Geograficamente Bassano del Grappa si colloca ai piedi delle Prealpi venete (massiccio del Grappa ed Altipiano di Asiago) ed è quindi, per motivi orografici, mediamente più interessato dalle precipitazioni rispetto a Cittadella, così come dimostra la cartografia di seguito riportata.

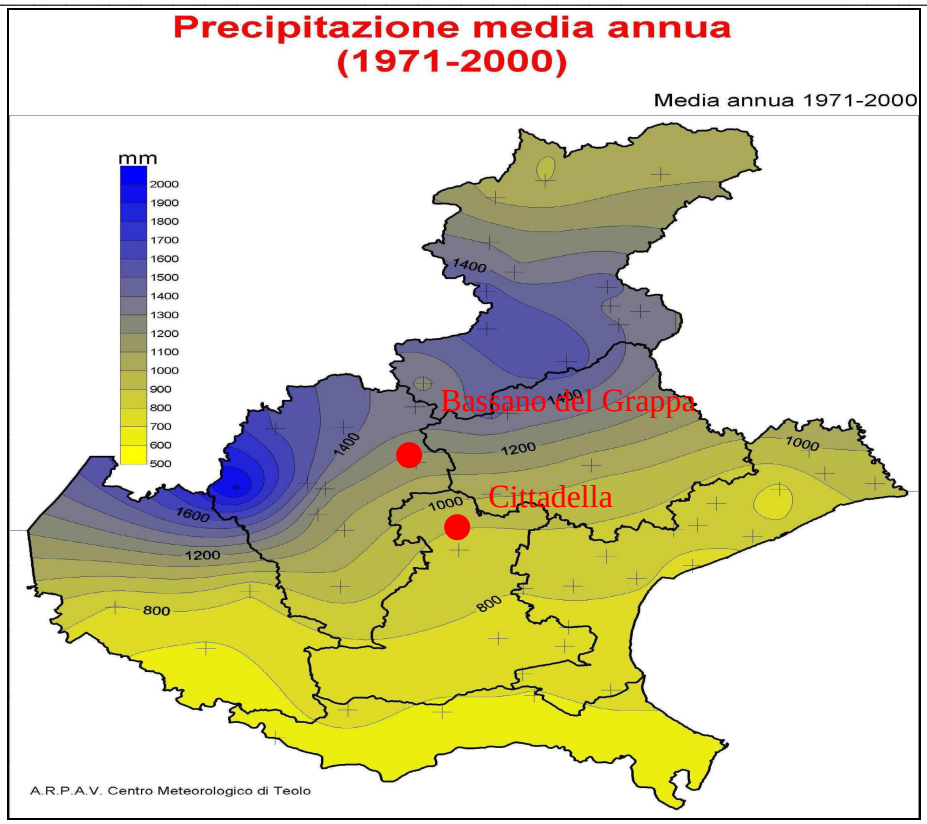

Figura 8: *valori delle precipitazioni medie annue con l'individuazione di Cittadella e Bassano*

Dai grafici sotto riportati si nota che mentre le elaborazioni svolte sui dati degli Annali Idrologici rispettano le differenze attese tra le due località in termini di altezza di pioggia, i valori ottenuti per Cittadella con i dati del CMT superano non solo quelle della stessa località ottenute con gli Annali, ma anche i valori di Bassano del Grappa. La tendenza viene rispettata anche aumentando il tempo di ritorno (da 50 a 200 anni).

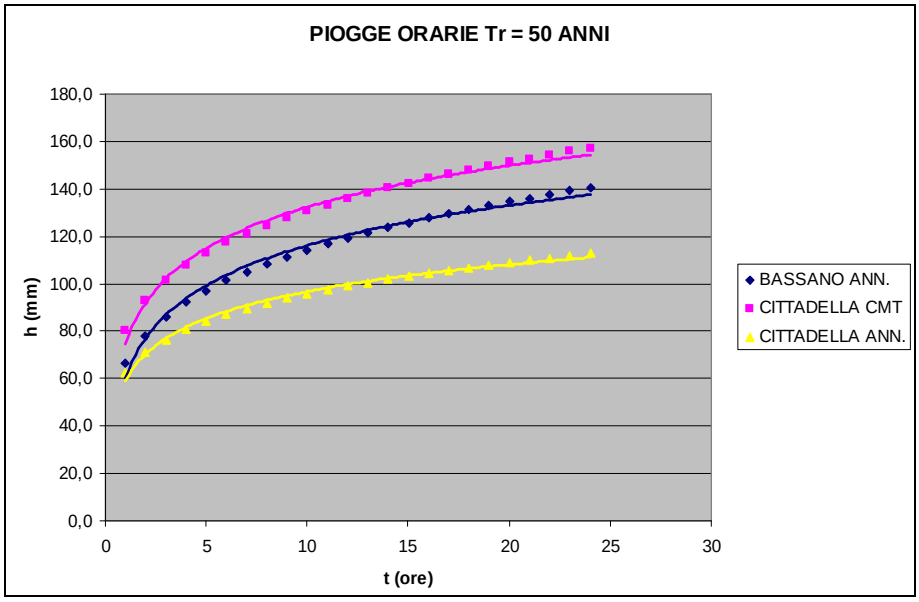

Figura 9: *confronto tra i dati degli Annali e quelli del CMT - Tr 50 anni*

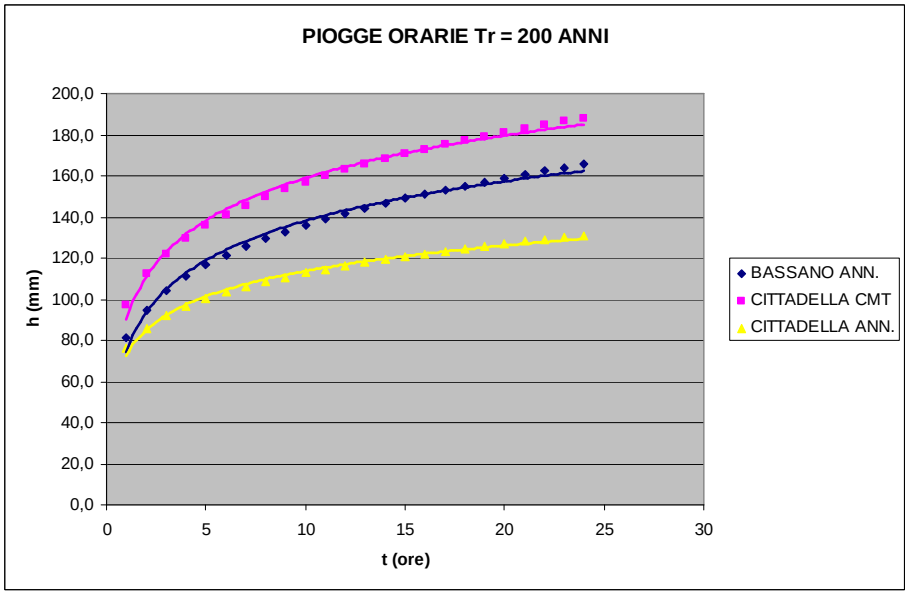

Figura 10: *confronto tra i dati degli Annali e quelli del CMT – Tr 200 anni*

8. COEFFICIENTI DI DEFLUSSO DI PROGETTO

La stima della frazione di afflusso meteorico efficace ai fini del deflusso attraverso una rete di collettori si realizza mediante il coefficiente di deflusso φ, inteso come rapporto tra il volume defluito attraverso un'assegnata sezione in un definito intervallo di tempo ed il volume di pioggia precipitato nell'intervallo stesso.

Per le reti destinate alla raccolta delle acque meteoriche vengono convenzionalmente assunti i coefficienti relativi a piogge di durata oraria (φ) riportati nella tabella seguente:

Tipo di superficie	Coefficiente di deflusso
Coperture	0.9
Pavimentazioni asfaltate	0.9
Pavimentazioni drenanti	0.6
Aree verdi	0.2
Aree agricole	0.1

Tabella 13: *valori tipici dei coefficienti di deflusso*

Nel caso in cui superfici scolanti di diversa natura (caratterizzate da diversi valori del coefficiente di deflusso φ), siano afferenti al medesimo tratto di tubazione, così come per determinare il coefficiente di deflusso medio dell'area in esame, è necessario calcolare la media ponderale di φ; detto φi il coefficiente di deflusso relativo alla superficie Si, sarà:

$$\bar{\varphi} = \frac{\sum \varphi_i S_i}{\sum S_i}$$

Per l'ambito di intervento è stato determinato il coefficiente di deflusso medio relativo all'intero ambito nella condizione di progetto:

STATO ATTUALE	S (mq)	φ	φ*S
Superficie agricola	8349,81	0,10	834,98
TOTALE	**8349,81**		**834,98**
φ medio		**0,10**	

Tabella 14: *coefficiente di deflusso medio dello stato di fatto dell'intero ambito*

STATO PROGETTO PISTA KART	S (mq)	φ	φ*S
Superficie pista asfaltata	3290,91	0,90	2961,82
Superficie a verde	5058,90	0,20	1011,78
TOTALE	**8349,81**		**3973,60**
φ medio		**0,48**	

Tabella 15: *coefficiente di deflusso medio dello stato di progetto*

9. STIMA DELLE PORTATE GENERATE

Il parametro di riferimento che descrive la risposta idrologica di un terreno in termini di trasformazione degli afflussi (piogge) in deflussi (portate) è detto "coefficiente udometrico" o "contributo specifico di piena" e si esprime usualmente in l/s ha (litri al secondo per ettaro). L'ordine di grandezza del coefficiente udometrico (nel seguito indicato con "u") dipende dall'estensione del bacino o comprensorio in esame: i valori ricorrenti in letteratura per terreni adibiti ad uso agricolo si attestano intorno a u=1-2 l/s ha per le aree di maggior estensione (bonifiche della Valpadana), mentre sono generalmente maggiori di un ordine di grandezza u=10-20 l/s ha per aree relativamente piccole come quella in esame. La stima di u può essere eseguita con il metodo cinematico, di seguito brevemente descritto. La portata defluente attraverso una sezione di un corso d'acqua, naturale o artificiale, dipende dalle caratteristiche del bacino tributario sotteso alla sezione stessa (lunghezze, estensione, natura del terreno, pendenze, ecc.) e da quelle d'evento pluviometrico, poiché la portata generata è legata alla durata delle precipitazioni. Ipotizzando che nella sezione terminale vi sia un incremento lineare della portata con il tempo, che la superficie scolante sia piana e di forma rettangolare, investita da una pioggia uniforme e di intensità costante, il valore massimo (Qmax) si ottiene quando alla sezione considerata giungono insieme i contributi di tutte le parti che formano il bacino stesso. Il tempo necessario affinché ciò avvenga è definito "ritardo" o "tempo di corrivazione" ed è assunto come elemento caratteristico del bacino.

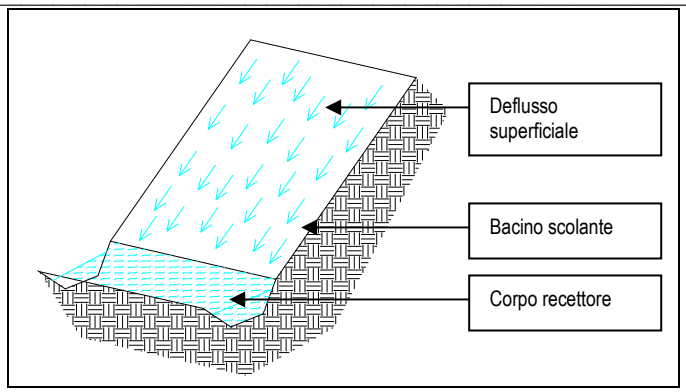

Figura 11: *schema concettuale del metodo cinematico*

Se consideriamo un bacino scolante di superficie S e coefficiente di deflusso φ, sul quale cade una pioggia di durata τ, di altezza h, e se τc è il tempo di corrivazione, la portata massima generata sarà:

$$Q_{\max} = \frac{\phi S h}{\tau_c}$$

$$u = \frac{Q_{\max}}{S} = \frac{\phi h}{\tau_c}$$

Come evidenziato nelle formule, la stima dei tempi di corrivazione del bacino si rivela essenziale per la determinazione della portata generata. Varie formule empiriche sono state proposte per il calcolo di τ_c: un'espressione consigliata per cunette e fossi di guardia, al servizio quindi di superfici scolanti di modesta estensione, è quella suggerita dal *Civil Engineering Department* dell'Università del Maryland (nel 1971):

$$\tau = 26.3 \frac{(L / Ks)^{0.6}}{j^{0.4} i^{0.3}}$$

Le grandezze hanno i significati:

- L (m) lunghezza della superficie scolante
- Ks ($m^{1/3} s^{-1}$) coefficiente di Gauckler-Strickler
- J (m/ora) l'intensità della precipitazione
- i pendenza media della superficie scolante.

Per calcolare il tempo di corrivazione della configurazione di progetto si è fatto riferimento alla somma:

$$t_c = t_a + t_r$$

in cui si tiene in considerazione sia il tempo di accesso alla rete sia il tempo di rete t_a, sia il tempo di ritenzione in rete tr; t_a risulta sempre di incerta determinazione, variando con la pendenza dell'area, la natura della stessa ed il livello di realizzazione dei drenaggi minori, nonché all'altezza della pioggia precedente l'evento critico di progetto. Come valore del tempo di corrivazione si è scelto di adottare il valore di 10 minuti.

Sulla base dei metodi sopra descritti si sono ottenuti i seguenti risultati:

NUOVA PISTA SCOPERTA GO-KART	
a (mm)	16,5
n	0,390
superficie totale (mq)	8349,81
φ	0,48
φ*S (mq)	3973,60
tempo di pioggia (min)	5
altezza di precipitazione (mm)	31
Q (l/s)	**409,40**

Tabella 16: *valore portata generata dalle superfici scoperte*

10. INTERVENTO DI MITIGAZIONE PROPOSTO

Le considerazioni riportate nei capitoli precedenti, relative all'assenza di corpi idrici superficiali atti a recepire le acque meteoriche provenienti dall'ambito, suggeriscono di adottare, per lo smaltimento degli afflussi, dei sistemi di dispersione negli strati superficiali del suolo.

Le caratteristiche geotecniche e geologiche del terreno nelle aree oggetto di studio evidenziano, sulla base delle indagini geologiche svolte, la presenza di sedimenti alluvionali permeabili che permettono un buon drenaggio delle acque meteoriche.

In particolare, è possibile stimare in modo cautelativo il coefficiente di permeabilità K con un valore nell'ordine dei $5 \cdot 10^{-4}$ m/s; la seguente tabella fornisce dei valori di riferimento presenti in letteratura tecnica:

k (m/s)	1 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} 10^{-5} 10^{-6} 10^{-7} 10^{-8} 10^{-9} 10^{-10} 10^{-11}			
Drenaggio	buono		povero	praticamente impermeabile
	ghiaia pulita	sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita	sabbia fine, limi organici e inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati	terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici
			terreni impermeabili modificati dagli effetti della vegetazione e del tempo	

Classificazione del terreno secondo il valore di *k*

Grado di permeabilità	*Valore di k* (m/s)
alto	superiore a 10^{-3}
medio	$10^{-3} \div 10^{-5}$
basso	$10^{-5} \div 10^{-7}$
molto basso	$10^{-7} \div 10^{-9}$
impermeabile	minore di 10^{-9}

Tabella 17: *valori tipici del coefficiente di permeabilità*

Si potrà considerare la possibilità di utilizzare una trincea dello spessore di 0,8 m per le acque provenienti dalle aree scoperte.

L'impostazione concettuale prevede di calcolare la massima portata generata dalle superfici di progetto con un tempo di ritorno di 200 anni, prevedendo quindi un sistema di raccolta per le acque meteoriche a servizio delle aree scoperte, le cui acque meteoriche verranno convogliate ad un impianto di trattamento delle acque di prima pioggia, dal quale verranno immesse (tramite by-pass per le acque di seconda pioggia) in una trincea disperdente. Il numero e le dimensioni dei sistemi disperdenti e la dimensione scelta per le condotte delle reti permettono di infiltrare nello strato sub-superficiale del terreno le portate generate dagli eventi meteorici, invasando nelle condotte opportunamente sovradimensionate eventuali picchi di piena: il sistema così progettato è in grado di rispondere alle esigenze di mitigazione idraulica, così come richiesto dalla normativa.

11. CALCOLO DEL VOLUME D' INVASO NECESSARIO

La valutazione del volume di invaso si basa sulla curva di possibilità pluviometrica, sulle caratteristiche di permeabilità della superficie drenante e sulla portata massima, supposta costante, imposta in uscita dal sistema. La risposta idrologica del sistema è quindi estremamente semplificata, trascurando tutti i processi di trasformazione afflussi-deflussi (Routing): permane unicamente la determinazione della precipitazione efficace (separazione dei deflussi) ottenuta con il metodo del coefficiente di afflusso.

Tale ipotesi semplicistica implica che le portate in ingresso al sistema di invaso siano sovrastimate e di conseguenza, nel caso si riesca a garantire la costanza della portata massima allo scarico, anche i volumi di laminazione risulteranno sovrastimanti e cautelativi.

Il massimo volume di invaso, per una data durata *t*, viene calcolato come differenza fra il volume entrato nella vasca V_{in} ed il volume uscito V_{out} dalla stessa nel periodo della durata della precipitazione.

$$V_{inv} = V_{in} - V_{out}$$

Il volume entrante per effetto di una precipitazione di durata *t* è dato dalla:

$$V_{in} = S \cdot \varphi \cdot h(t)$$

dove:

- φ è il coefficiente di afflusso medio, imposto costante, del bacino drenato a monte della vasca;
- S è la superficie del bacino drenato a monte della vasca;
- h è l'altezza di pioggia, funzione della durata secondo le curve di possibilità pluviometrica.

Il volume che nello stesso tempo esce dalla vasca è dato dalla:

$$V_{out} = Q_{out} \cdot t$$

Utilizzando le CPP a due parametri, fissata la durata della precipitazione, il massimo volume invasato nel serbatoio è dato dalla:

$$V_{inv} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n - Q_{out} \cdot t$$

Assumendo i valori dei coefficienti di deflusso calcolati, di a ,n ragguagliati spazialmente, come portata allo scarico il valore disperdibile dalla trincea ed un volume di invaso superficiale di 30 mc/ha, si ottiene che **il volume necessario alla mitigazione idraulica delle aree risulta essere pari a V_{max} = 140,43 mc.**

La tabella di seguito riportata completa l'esposizione dei risultati ottenuti:

tempo (min)	h (mm)	J (mm/h)	Q pioggia (l/s)	Q defl (l/s)	Vpioggia (mc)	Vdefl (mc)	Vsup (mc)	Vinv(mc)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	30,9	6,181761	409,25	46,20	122,82	13,86	25,05	83,91
10,00	40,5	4,05027	268,14	46,20	160,94	27,72	25,05	108,17
15,00	47,4	3,162775	209,39	46,20	188,51	41,58	25,05	121,88
20,00	53,1	2,653723	175,69	46,20	210,90	55,44	25,05	130,41
25,00	57,9	2,316011	153,33	46,20	230,07	69,30	25,05	135,72
30,00	62,2	2,07224	137,19	46,20	247,03	83,16	25,05	138,82
35,00	66,0	1,886264	124,88	46,20	262,33	97,02	25,05	140,26
40,00	69,5	1,738711	115,11	46,20	276,36	110,88	25,05	140,43
45,00	72,8	1,618171	107,13	46,20	289,35	124,74	25,05	139,56
50,00	75,9	1,517442	100,46	46,20	301,49	138,60	25,05	137,84
55,00	78,7	1,431735	94,79	46,20	312,90	152,46	25,05	135,39
60,00	81,5	1,357725	89,89	46,20	323,70	166,32	25,05	132,33
65,00	84,0	1,293025	85,60	46,20	333,97	180,18	25,05	128,74
70,00	86,5	1,235874	81,82	46,20	343,76	194,04	25,05	124,67
75,00	88,9	1,184941	78,45	46,20	353,14	207,90	25,05	120,19
80,00	91,1	1,139198	75,42	46,20	362,14	221,76	25,05	115,33
85,00	93,3	1,097838	72,68	46,20	370,80	235,62	25,05	110,13
90,00	95,4	1,06022	70,19	46,20	379,16	249,48	25,05	104,63
95,00	97,5	1,025823	67,91	46,20	387,24	263,34	25,05	98,85
100,00	99,4	0,994223	65,82	46,20	395,06	277,20	25,05	92,82
105,00	101,3	0,965069	63,89	46,20	402,65	291,06	25,05	86,54
110,00	103,2	0,938068	62,10	46,20	410,03	304,92	25,05	80,06
115,00	105,0	0,912974	60,44	46,20	417,20	318,78	25,05	73,37
120,00	106,7	0,889577	58,89	46,20	424,18	332,64	25,05	66,49
125,00	108,5	0,867698	57,44	46,20	430,99	346,50	25,05	59,44
130,00	110,1	0,847185	56,09	46,20	437,63	360,36	25,05	52,22
135,00	111,8	0,827905	54,81	46,20	444,12	374,22	25,05	44,85
140,00	113,4	0,80974	53,61	46,20	450,46	388,08	25,05	37,33
145,00	114,9	0,792592	52,47	46,20	456,67	401,94	25,05	29,68
150,00	116,5	0,776369	51,40	46,20	462,75	415,80	25,05	21,90
155,00	118,0	0,760995	50,38	46,20	468,70	429,66	25,05	13,99
160,00	119,4	0,746398	49,41	46,20	474,54	443,52	25,05	5,97

Tabella 18: *calcolo del volume di invaso*

Riassumendo i volumi disponibili a servizio dell'intero intervento si considerano le linee di condotte Φ 60 cm in cls a servizio delle aree scoperte e la trincea 20,0x5,0x0,8 m, secondo quanto riportato nelle tabelle seguenti:

TRATTO	L (m)	D (m)	V (mc)
intera rete	421,50	0,60	119,12
TOTALE RETE METEORICA			**119,12**

Tabella 19: *volume di invaso condotte*

Quanto sotto riportato riassume il bilancio dei volumi di invaso richiesti ed ottenuti, realizzando quindi l'invarianza idraulica:

- Volume di calcolo richiesto: 140,43 mc;
- **Volume complesso rete meteorica (volume trincee e rete tubazioni): 31,03+119,12=150,15 mc**;

Nel complesso sono stati reperiti circa 150,15 mc, corrispondenti a circa 180 mc/ha di invaso specifico, rapportati ai 8.349,8 mq delle aree scoperte; se si considerano invece le superfici di nuova impermeabilizzazione (pista), pari a 3.290,9 mq si ottengono 456,3 mc/ha.

12. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DRENANTE

Relativamente alle trincee d'infiltrazione, esse sono generalmente scavi riempiti con ghiaia, granulato di lava oppure con elementi prefabbricati in materiali plastici nei quali l'acqua meteorica è immagazzinata e s'infiltra lentamente nel sottosuolo. È inoltre possibile posare anche un tubo forato (tubo di dispersione) per aumentare la capacità d'accumulo e per garantire una più regolare distribuzione delle acque meteoriche lungo lo sviluppo della trincea. Questi sistemi vengono realizzati quando mancano le superfici per realizzare bacini d'infiltrazione oppure quando il suolo non è sufficientemente permeabile.

L'immagine di seguito riportata rappresenta uno schema tipo del dispositivo di dispersione adottato:

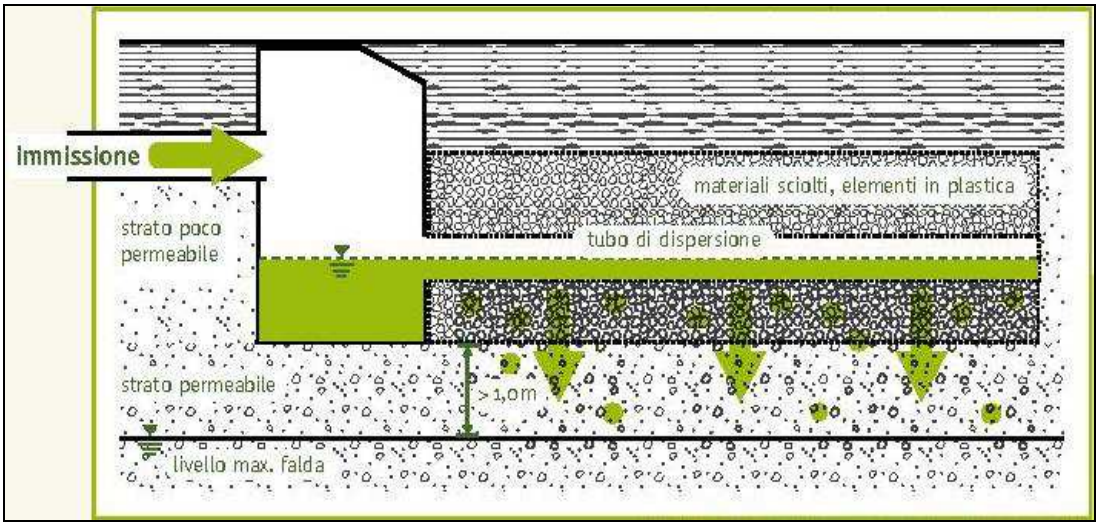

Figura 12: *sezione longitudinale tipo trincea disperdente*

Operativamente il dispositivo verrà realizzato posando un geotessuto di grammatura maggiore di 300 gr/mq con funzione di filtrazione (oltre che di sostegno) atto a prevenire l'intasamento della trincea, il quale sarà presente anche sulle pareti laterali della trincea nonché sul fondo della stessa.

Contenuto nel geotessuto sarà presente lo strato serbatoio, costituito da ghiaia con pezzatura 40-75 mm, nel quale verranno annegate le condotte in cls Φ 40 cm forate sul fondo e sui lati.

A completare la realizzazione del sistema sarà posato uno strato di sabbia, di spessore 150-300 mm, con lo scopo di trattenere i metalli pesanti: in particolare, zinco e piombo.

Si riporta di seguito una tabella relativa al dimensionamento della trincea, indicando il numero di tubazioni di drenaggio inserite, l'altezza del materasso ghiaioso, la larghezza, la lunghezza, l'area disperdente, la portata infiltrata ed il volume accumulato (considerando un valore di porosità pari a 0,3.

Appare utile sottolineare che la portata indicata è ridotta del 30% rispetto al valore di calcolo, considerando quindi che nel tempo il dispositivo possa tendere a perdere capacità filtrante.

n	0,3
K permeabilità	0,0005
R tubazioni (m)	0,20
n. tubi drenaggio	4
h (m)	0,80
largh (m)	5,00
lungh (m)	20,00
Area disp(mq)	132,00
Q (l/s)	**46,20**
Volume	**31,03**
u (l/s ha)	80,66

Tabella 20: *schema riassuntivo dimensionamento trincea*

13. CONSIDERAZIONI SUL TRATTAMENTO DELLE ACQUE

Il riferimento normativo considerato è il Piano di Tutela delle Acque, nelle sue N.T.A. – Allegato 3 – Art. 39 - commi 4-5-13. Sostanzialmente per le acque di seconda pioggia (ivi comprese le acque provenienti dalla copertura degli edifici in quanto non soggette a dilavamento) è consentito lo scarico nei primi strati del sottosuolo, mentre per le acque di prima pioggia è richiesto il solo trattamento di disoleazione.

A monte dell'immissione nella trincea si prevede l'installazione di un dispositivo di trattamento delle acque meteoriche, al fine di impedire l'afflusso in acque superficiali di eventuali contaminanti provenienti dal dilavamento delle superfici, così come richiesto dalla Normativa vigente.

A tal fine si è previsto di trattare le acque di prima pioggia, considerando il carico potenzialmente inquinante dei successivi apporti sufficientemente diluito da poter essere avviato direttamente recapito finale.

Le acque di prima pioggia, il cui volume è calcolato sulla base dei primi 5 mm di precipitazione e della superficie impermeabile afferente, vengono raccolte e trattate per essere successivamente inviate al corpo recettore in un tempo previsto tra un evento e l'altro di circa 48 ore.

Quando nel bacino di raccolta viene raggiunto il livello massimo, pari al volume scaricato di acque inquinate di "prima pioggia", un particolare dispositivo, costituito da una valvola di intercettazione comandata da un

galleggiante, blocca l'immissione delle acque nella vasca di trattamento, separandole dalle successive acque di "seconda pioggia". Nella vasca di trattamento, che si trova in situazione di quiete, avviene la completa separazione dei solidi sedimentabili e degli oli.

Dal pozzetto di rilancio le acque vengono inviate allo scarico mediante pompa di sollevamento a portata controllata o per gravità. Il trasferimento delle acque trattate dal comparto di raccolta e trattamento al successivo pozzetto di scarico, avviene mediante un particolare dispositivo costituito da una tubazione di ripresa collegata ad un sistema di galleggiamento. Si riporta di seguito un'immagine relativa ad un sistema di trattamento tipo.

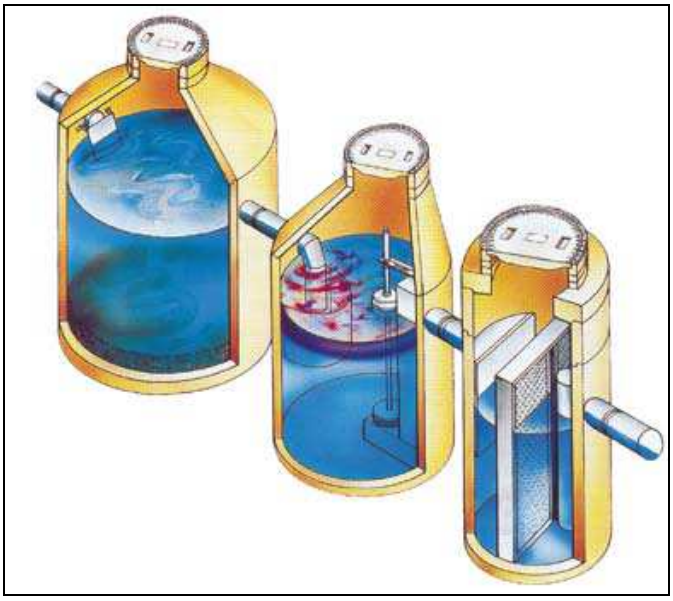

Figura 13: *schema tipo impianto di trattamento*

14. INDICAZIONI PER LA REALIZZAZIONE DELLA RETE

La rete di smaltimento delle acque meteoriche a servizio dell'intervento urbanistico verrà realizzata con l'adozione di condotte in cls vibrocompresso con diametro interno di 60 cm, posate in opera con una pendenza del 0,1%. Le condotte saranno posate su di un letto di sabbia ben costipata da 15 cm di spessore; dopo la posa della condotta e la relativa sistemazione dei giunti, lo scavo sarà riempito di sabbia fino ad una quota di almeno 20 cm rispetto il filo superiore del tubo, in seguito poi si provvederà al riempimento con tout-venant. Il filo superiore delle stesse verrà sempre posto ad una profondità che non pregiudichi la resistenza meccanica allo schiacciamento dei collettori. In tutti i collettori è prevista la posa in opera di manufatti che garantiscono l'adeguato deflusso idraulico, facilitino l'ispezione e l'eventuale manutenzione delle tubazioni.

Si prevede di posare dei pozzetti realizzati in calcestruzzo vibrato delle dimensioni idonee per l'accoppiamento con le condotte (100x100 cm), dotati di chiusino in ghisa da 60 cm di diametro, formati da elementi sovrapposti quali l'elemento di base e gli elementi di prolunga, di due fori di linea e fori ulteriori per gli eventuali altri innesti. L'altezza dei pozzetti varia in relazione alla pendenza delle condotte e alla quota della

superficie stradale, mentre l'interasse è variabile a seconda dello sviluppo planimetrico della rete, comunque inferiore a 50 m. A garantire il drenaggio delle superfici sono previste delle caditoie in ghisa ad interasse regolare di circa 15 m, disposte su pozzetti in cls 40 x 40 cm sifonati e collegati alla rete da condotte in PVC diametro netto interno 160 mm, con pendenza dell'1%.

15. INDICAZIONI PER MANUTENZIONE DELLA RETE

Nei paragrafi precedenti sono stati indicati i criteri teorici che hanno guidato la progettazione e sono state descritte compiutamente le procedure di calcolo del sistema di smaltimento delle acque meteoriche: tutto ciò potrebbe essere vanificato nel caso in cui non venisse fatta un'adeguata manutenzione.

Per un corretto funzionamento della rete è necessario pertanto procedere alla pulizia periodica delle tubazioni (canaljet) in particolar modo prima dell'inizio delle piogge autunnali, quando cioè i sedimenti che si sono accumulati nella stagione estiva sono facilmente asportabili, non essendosi ancora compattati.

A cavallo tra la stagione autunnale e quella invernale è opportuno inoltre procedere alla pulizia sistematica e alla verifica delle condizioni di esercizio della trincea adottata, provvedendo eventualmente alla rimozione dei depositi del materiale sedimentato.

Il tecnico

ing. Claudio Zanetti

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PADOVA
Ing. CLAUDIO ZANETTI N. 2096