

IL PROGETTISTA:

dott. ing. Ruggero Rigoni
iscritto al n. 1023
dell'Ordine degli Ingegneri di Vicenza

CONSULENZA IDRAULICA:

dott. ing. Riccardo Sinicato
iscritto al n. 2479
dell'Ordine degli Ingegneri di Vicenza

**PROVINCIA DI VICENZA
COMUNE DI BRESSANVIDO**

IL COMMITTENTE:



MAROSTICA GIUSEPPE ROTTAMI S.p.A.

Via dell'Artigianato, n. 45 - 36050 BRESSANVIDO
Tel. 0444.660125 - Fax 0444 660885
C.F. e P.IVA n° 02407580246
E-mail: info@marosticagroup.it

PROGETTO DEFINITIVO

DI

**RIORGANIZZAZIONE E AMPLIAMENTO
DI UN IMPIANTO ESISTENTE (AUTORIZZATO)
DI RECUPERO DI RIFIUTI SPECIALI**

(NON PERICOLOSI E PERICOLOSI)

SITO IN

COMUNE DI BRESSANVIDO

**VALUTAZIONE DI
COMPATIBILITÀ IDRAULICA**

1G

elaborato:

PD

FEBBRAIO 2013

data:

STUDIO DI INGEGNERIA AMBIENTALE ING. RUGGERO RIGONI

36100 VICENZA - via Divisione Folgore, 36 - Tel.: 0444.927477 - Fax: 0444.937707 - Email: rigoni@ordine.ingegneri.vi.it



VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Indice

1. PREMESSE	1
2. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA	2
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	5
4. VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	6
4.1. Premesse	6
4.2. Determinazione del Tempo di ritorno	6
4.3. Equazione di possibilità pluviometrica.....	6
4.3.1. Eventi di durata inferiore all'ora	8
4.3.2. Eventi di durata oraria	11
4.4. Calcoli idraulici	14
4.4.1. Altezza ed Intensità di Pioggia	14
4.4.2. Coefficiente di deflusso	15
4.4.3. Tempo di corrivazione	16
4.4.4. Calcolo della portata	17
4.5. Opere di mitigazione.....	18
4.6. Limitazione del deflusso	20
5. CONCLUSIONI	21

1. PREMESSA

Il progetto interessa un'area attualmente ineditata contermina (in adiacenza) al sito dell'impianto di recupero di Marostica Giuseppe Rottami S.p.A., catastalmente censita in Comune di Bressanvido (VI) al Foglio 3, Mappali nn. 471 (porz.), 506 (porz.), 508 (porz.), 509 (porz.), 523 (porz.), 526 (porz.) e 528 su cui la ditta stessa intende ampliare il proprio impianto di recupero di rifiuti non pericolosi e pericolosi.

Il presente studio è stato redatto in ottemperanza alla D.G.R. Veneto n.3637 del 13/12/2002, alla D.G.R. Veneto n.1322 del 10 maggio 2006 "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici" e alla successiva D.G.R. Veneto n.1841 del 19 Giugno 2007, alla D.G.R. Veneto n.2948 del 06 ottobre 2009 e al D.Lgs. n.152/2006, nonché, in quanto applicabile, all'art.39 delle N.T.A. del P.T.A. della Regione del Veneto che disciplina lo scarico delle "acque meteoriche di dilavamento".

In particolare lo studio di compatibilità idraulica ha la finalità di:

- verificare l'ammissibilità delle previsioni contenute nello strumento urbanistico considerando le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti o potenziali e le possibili alterazioni del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo possono venire a determinare;
- verificare la variazione di permeabilità e della risposta idrologica dell'area interessata conseguentemente alla mutata caratteristica territoriale;
- individuare le idonee misure compensative finalizzate a non modificare la modalità di risposta del territorio agli eventi meteorici;
- definire la variazione dei contributi specifici delle singole aree prodotte dalle trasformazioni dell'uso del suolo, verificata la capacità della rete drenante di sopportare i nuovi apporti.

2. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

Il territorio comunale di Bressanvido ha un'estensione di ca. 8,56 Km² e confina a nord e ad ovest con il Comune di Sandrigo, ad est con il Comune di Pozzoleone, a sud-est con il Comune di San Pietro in Gù (PD) e a sud con il Comune di Bolzano Vicentino.

Il territorio ricade nell'ambito della media pianura alluvionale allungata in direzione nord-sud in destra orografica del fiume Brenta ed è costituito prevalentemente da depositi fluviali.

Le pendenze medie riscontrate nel territorio sono in media dello 0,3 % da Nord verso Sud.

Il territorio comunale è interessato dalla presenza di svariati fossi, scoli e rogge e da numerose risorgive che alimentano una serie di canali afferenti alle rogge Tergola, Lirosa e Usellin.

Come evidenziato nella Relazione di Compatibilità Idraulica allegata al P.A.T.I. dei Comuni di Bressanvido e Pozzoleone, le condizioni idro-geologiche generali sono quelle tipiche della fascia pedemontana prossima alle risorgive; si assiste alla presenza di una prima falda superficiale, discontinua, ospitata da terreni sabbioso limosi poco potenti e sovrastante un acquifero multistrato formato dalla presenza di falde confinate o semiconfinite dotate di una certa risalienza,.

Il progetto cui si riferisce il presente studio interessa un'area limitrofa al sito dell'impianto di recupero di Marostica Giuseppe Rottami S.p.A., localizzato nella Zona Artigianale Industriale "San Benedetto", in Via dell'Artigianato n. 45, a circa 2 Km a nord-est dal centro del paese e a ridosso del confine territoriale col Comune di Sandrigo (vedasi estratto di tavoletta IGM in fig.1 e ortofoto satellitare in fig.2 a pagina seguente). L'area di progetto è catastalmente censita al Foglio 3, Mappali nn. 471 (porz.), 506 (porz.), 508 (porz.), 509 (porz.), 523 (porz.), 526 (porz.) e 528 (vedasi area delimitata in rosso nell'estratto di mappa catastale di fig.3 a pag.4). Gran parte dell'area di progetto è attualmente inutilizzata, configurandosi come area verde non coltivata, priva di superfici impermeabili (vedasi Foto n.1 a pag.4). L'area di progetto è delimitata a nord dal corso d'acqua denominato Roggia Girardina (vedasi Foto n.2 a pag.4).

Fig.1 - Estratto di tavoletta IGM (scala 1:25'000)

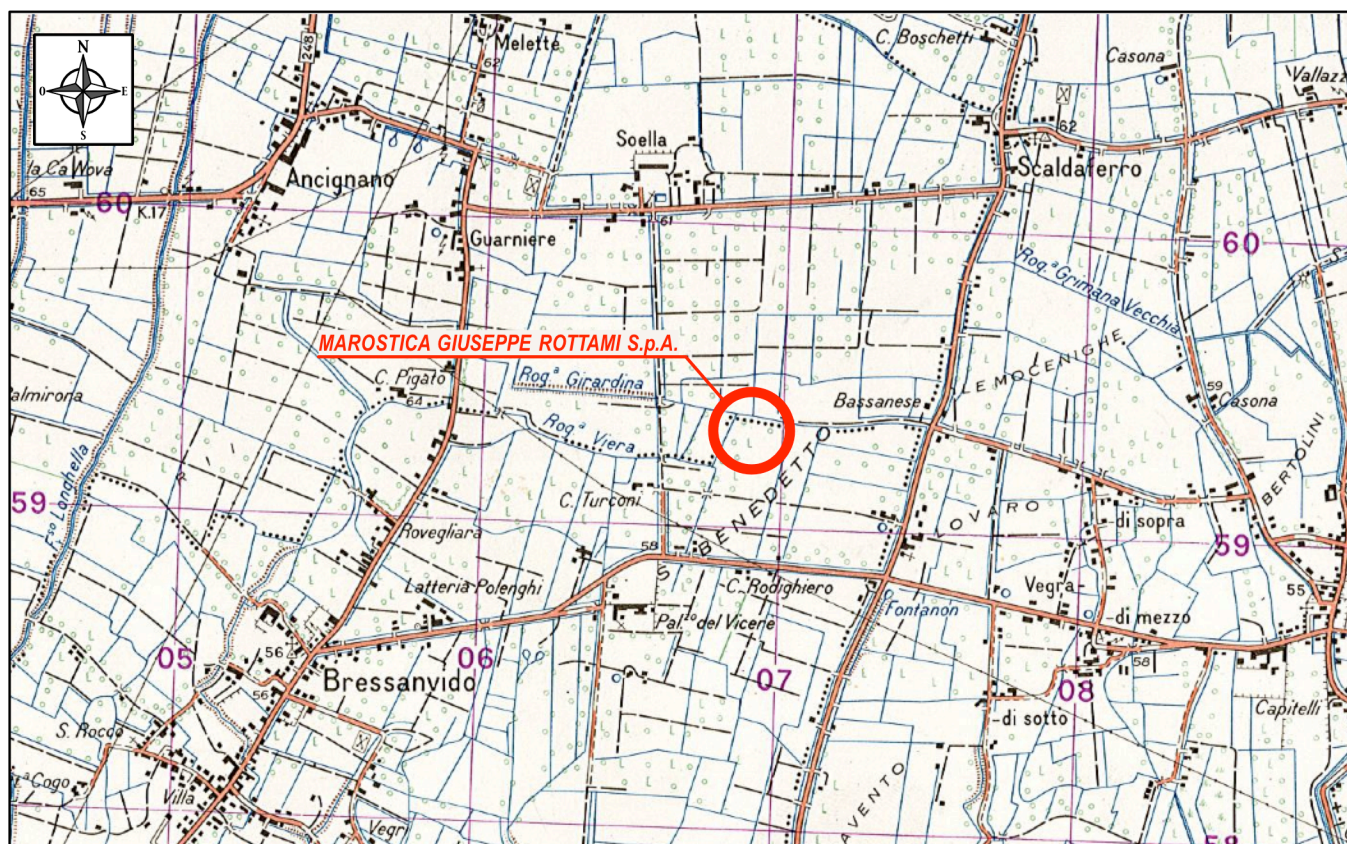


Fig.2 – Ortofoto satellitare del territorio Comunale (fuoriscala)

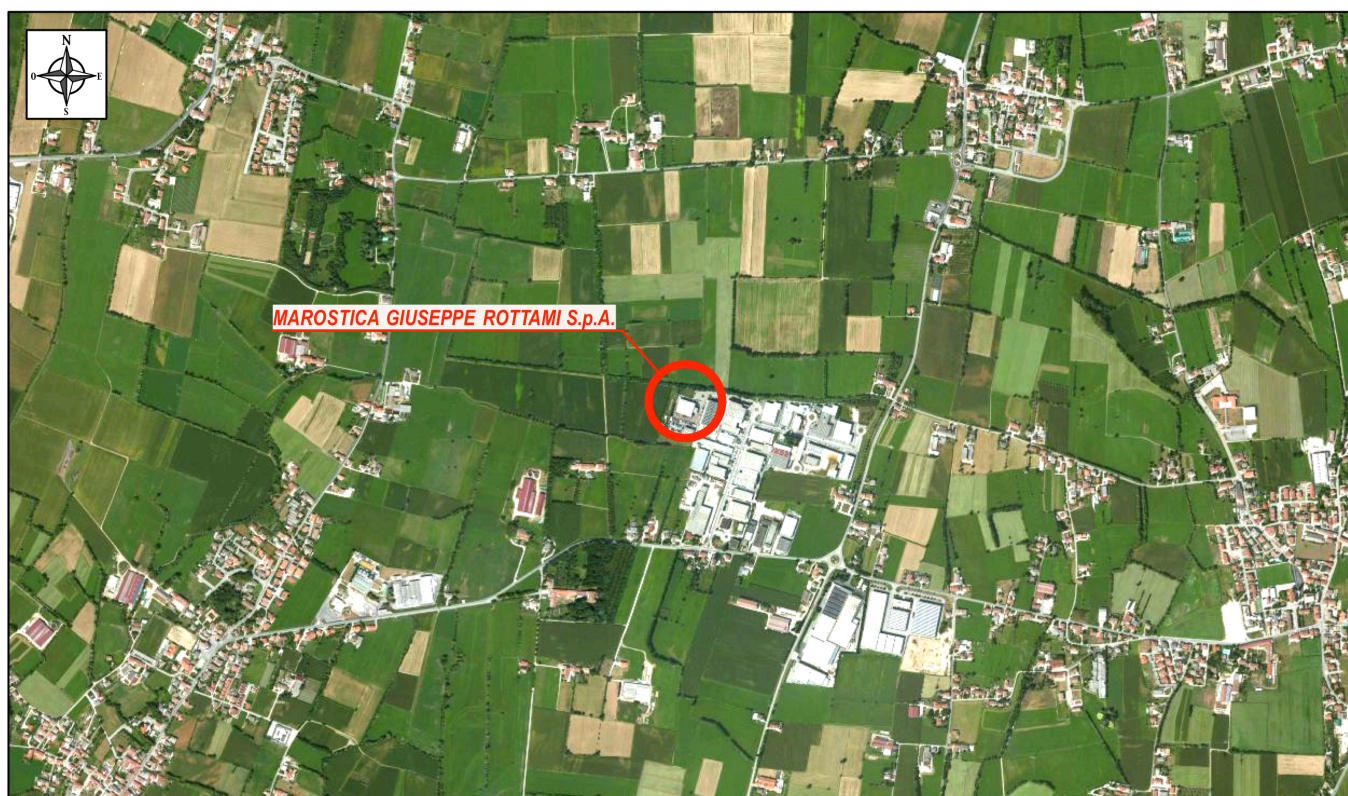


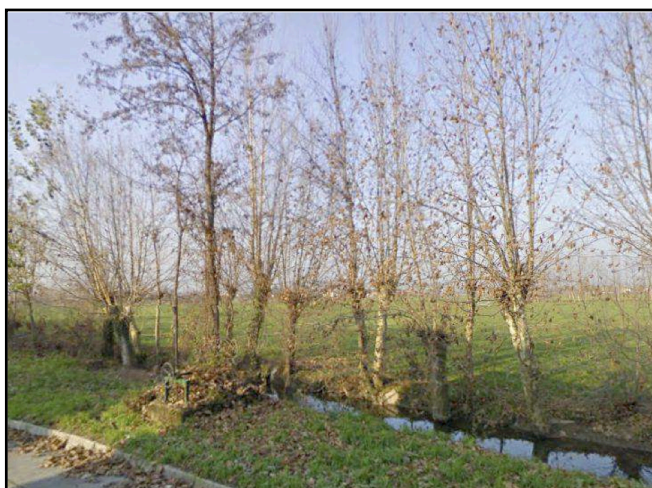
Fig.3 - Estratto di mappa catastale (scala 1:2'000)



Foto n.1 - Foto aerea con delimitazione area di progetto



Foto n.2 - Roggia Girardina



3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Come già detto al paragrafo precedente, il progetto interessa un'area attualmente ineditata adiacente al sito dell'impianto di recupero di Marostica Giuseppe Rottami S.p.A., su cui la ditta stessa intende ampliare il proprio impianto di recupero di rifiuti non pericolosi e pericolosi. Più precisamente, Marostica Giuseppe Rottami S.p.A. intende realizzare:

- 1) l'ampliamento del proprio capannone, con l'aggiunta di un ulteriore campata a ovest (avente luce di 10 m e lunghezza di 44 m);
- 2) un ulteriore ampliamento della superficie coperta, mediante realizzazione di un nuovo corpo di fabbrica aderente al capannone esistente sul lato nord;
- 3) l'ampliamento del piazzale impermeabilizzato di pertinenza dell'impianto, mediante pavimentazione (con massetto di calcestruzzo armato) dell'area prospiciente il nuovo corpo di fabbrica e di una fascia di terreno (agricolo) di proprietà a ovest dell'impianto attuale, da destinare ad area logistica / di movimentazione.

Il prolungamento del lato ovest del capannone interesserà una porzione residuale, già impermeabilizzata (pavimentata), del mappale n. 471 di pertinenza dell'impianto esistente; l'area è classificata Z.T.O. "D1" industriale e artigianale dal vigente P.R.G. del Comune di Bressanvido.

Il nuovo corpo di fabbrica, previsto in aderenza al lato nord del capannone esistente, avrà una superficie coperta di 864 mq, ricadente parte (334 mq) su una superficie già impermeabilizzata del mappale n. 471, di pertinenza dell'impianto di recupero, e parte restante (530 mq) su un lotto di terreno (attualmente "a verde") che Marostica Giuseppe Rottami S.p.A. ha recentemente acquistato dal Comune di Bressanvido; il lotto, che ha un'estensione di circa 1'243 mq e comprende l'intero mappale n. 528 e porzioni dei mappali nn. 506, 509 e 526, è classificato dal vigente P.R.G. del Comune di Bressanvido (come da variante parziale approvata con D.C.C. n. 23/2011, n. 30/2011 e n. 49/2011) come Z.T.O. "D1" industriale e artigianale.

L'ampliamento del piazzale pavimentato scoperto interesserà una porzione di 713 mq dell'area non impermeabilizzata del lotto "A" per la parte non occupata dal nuovo corpo di fabbrica, e una porzione di 2'412 mq di una fascia di terreno di proprietà, attualmente non impermeabilizzata, ad ovest dell'impianto; quest'ultima area è classificata dal vigente P.R.G. del Comune di Bressanvido come Z.T.O. "E" agricola - sottozona E1, ma non è coltivata (fascia verde).

In definitiva, la superficie "a verde" da trasformare ascende a 3'655,00 m², di cui:

- superficie impermeabilizzata con massetto in calcestruzzo armato (713 m² + 2'412 m²): 3'125,00 m²
- superficie coperta dal nuovo fabbricato: 530,00 m²

4. VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

4.1. Premesse

La valutazione di compatibilità idraulica esamina le possibili modifiche che la trasformazione del suolo, causata da nuove edificazioni e pavimentazioni, può causare. A tal fine si analizzano le problematiche di carattere idraulico per eventualmente individuare le possibili soluzioni da adottare per diminuirne l'impatto rispetto alla situazione esistente.

Si procede pertanto con la determinazione della variazione della permeabilità che la situazione di progetto andrà a determinare rispetto alla situazione attuale, per calcolare poi la variazione della portata in arrivo al corpo ricettore. Il calcolo della variazione di portata passa attraverso lo studio statistico delle precipitazioni possibili con un assegnato tempo di ritorno, così da poter definire l'altezza di pioggia in mm/h utile alla determinazione della portata lorda affluente in un determinato sito.

4.2. Determinazione del Tempo di ritorno

La scelta del tempo di ritorno (T_r) più adeguato alla valutazione deve essere compatibile con la tipologia realizzativa dell'opera in progetto.

Ancorché il D.P.C.M. 04/06/1996 prescriva che "ai fini del drenaggio delle acque meteoriche, le reti di fognatura bianca o mista devono essere dimensionate e gestite in modo da garantire che fenomeni di rigurgito non interessino il piano stradale o le immissioni di scarichi neri con frequenza superiore ad una volta ogni cinque anni per ogni singola rete", nel ns. caso, ai fini della valutazione in parola, si considera un tempo di ritorno di **50 anni**, come peraltro prescritto dalla D.G.R. Veneto n.2948 del 06/10/2009.

4.3. Equazione di possibilità pluviometrica

Di seguito si rappresenta la metodologia seguita per la determinazione delle equazioni di possibilità pluviometrica (e.p.p.) associate ai diversi tempi di ritorno. Queste equazioni vengono determinate attraverso l'elaborazione dei dati raccolti secondo la metodologia statistico - probabilistica di

“Gumbel”. La rappresentazione di un evento pluviometrico di una certa durata T , viene effettuata mediante una curva regolarizzatrice, caratterizzata dalla seguente espressione:

$$h = a \times \tau^n$$

dove:

h : altezza della precipitazione nell'intervallo “ τ ” di tempo,

a, n : coefficienti determinati statisticamente,

che, in forma logaritmica, diventa la seguente:

$$\log(h) = \log(a) + n \log(\tau)$$

Alle precipitazioni massime di data durata, intese come eventi estremi che costituiscono una serie di elementi fra loro indipendenti, può applicarsi la seguente descrizione statistica, comune, com'è noto, a molte serie idrologiche:

$$X(T_r) = X + F \cdot S_x$$

essendo:

- $X(T_r)$: valore dell'evento caratterizzato da periodi di ritorno T_r , ossia l'intervallo di tempo consistente nel superamento del valore prefissato (della variabile idrologica),
- X : valore medio degli eventi considerati,
- F : fattore di frequenza,
- S_x : scarto quadratico medio della variabile in esame.

Tra le distribuzioni doppio-esponenziali più usate, quella di Gumbel, assegna a F l'espressione:

$$F = \frac{Y(T_r) - \bar{Y}_N}{S_N}$$

essendo la grandezza $Y(T_r)$ funzione di T_r , la cosiddetta variabile ridotta, mentre $\bar{Y}_N$ e S_N rappresentano la media e lo scarto quadratico medio della variabile ridotta in funzione del numero N di osservazioni. I valori di questi parametri sono calcolabili utilizzando le seguenti relazioni:

$$\bar{Y}_N = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_i$$

$$S_N = \left[\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y}_N)^2 \right]^{1/2}$$

Operando la sostituzione di F si ha:

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

la quantità $\bar{X} - \frac{S_x}{S_N} \bar{Y}_N$, chiamata moda, rappresenta il valore con massima frequenza probabile ed il

fattore $\frac{S_x}{S_N}$ è indicato con il termine alpha.

La funzione Y (T_r) è legata a T_r dalla relazione:

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

4.3.1. Eventi di durata inferiore all'ora

I dati utilizzati per la presente valutazione, ordinati in ordine cronologico nella Tab. 1 – Precipitazioni di durata inferiore all'ora che segue, provengono dalla stazione pluviometrica di Bassano del Grappa (VI), significativi anche per il territorio comunale di Bressanvido.

Tab. 1 - Precipitazione di durata inferiore all'ora

N	DURATA [ore]				ANNO
	15	30	45	60	
1	16,0	22,0	29,6	36,4	1924
2					1925
3	19,4		24,2		1926
4					1927
5				19,0	1928
6				40,0	1929
7	18,0		27,4	33,0	1930
8				24,0	1931
9					1932
10	14,4				1933
11					1934
12					1935
13				16,6	1936
14				48,0	1937
15				32,4	1938
16				27,2	1939
17				40,0	1940
18				24,0	1941
19	21,0			50,4	1942
20				48,8	1943
21		22,8		27,6	1944
22		23,4		23,8	1945
23		17,6		22,2	1946
24		24,8		29,4	1947
25		28,0		37,6	1948
26		18,0		18,6	1949
27		22,0		27,8	1950

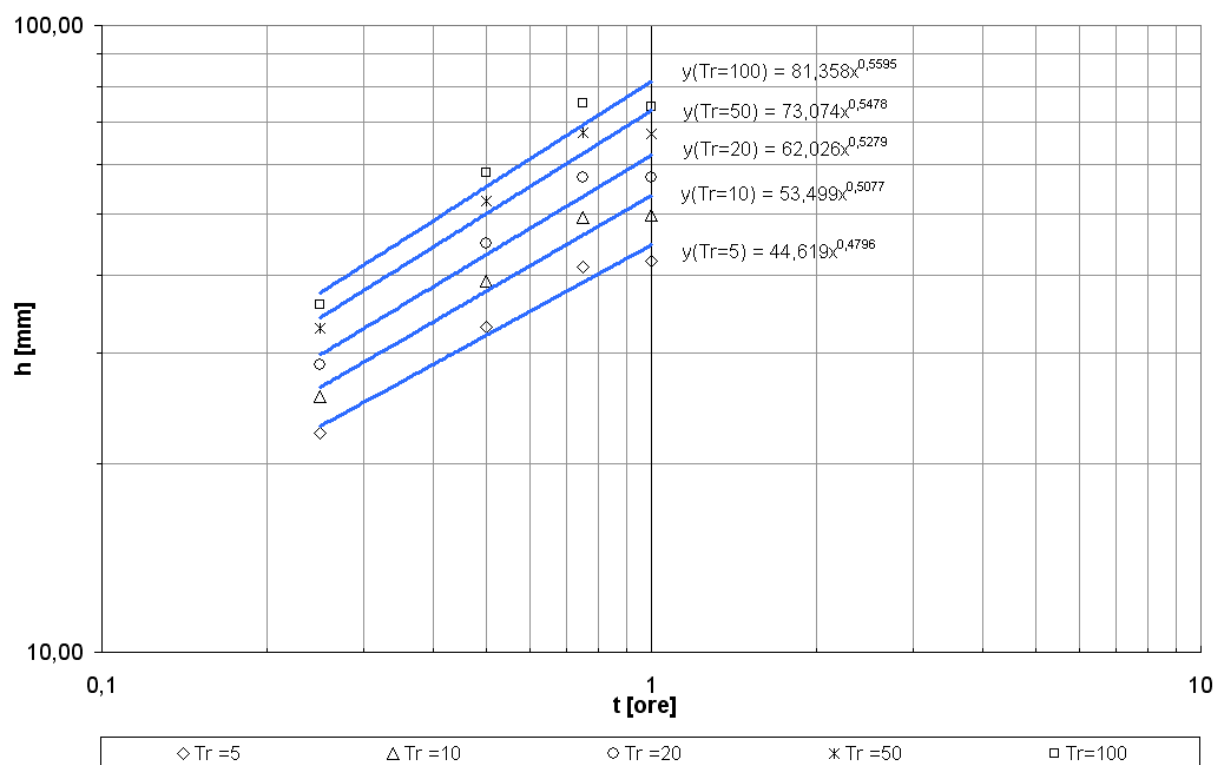
N	DURATA [ore]				ANNO
	15	30	45	60	
28		18,0		19,0	1951
29		17,8		21,0	1952
30		31,4		33,8	1953
31		20,8		22,6	1954
32				24,0	1955
33		25,2		33,8	1956
34	20,0			21,0	1957
35	14,2	19,4	19,4	19,4	1958
36	11,4			36,0	1959
37				27,2	1960
38	14,6			51,2	1961
39		40,2	52,0	53,2	1962
40	14,2	26,0	31,0	42,4	1963
41	23,0		38,2	41,6	1964
42	25,0	29,2	31,2	31,2	1965
43	16,2	20,6	23,2	25,2	1966
44	19,8	24,8	26,4	27,0	1967
45	19,0	24,8	27,0	39,0	1968
46	13,0	17,4	18,6	19,8	1969
47	23,4	27,8	28,2	30,8	1970
48	22,0	38,0	60,0	67,8	1971
49	17,0	20,8	21,0	21,7	1972
50					1973
51	17,2	22,0	25,4	27,4	1974
52	23,0	25,0	26,0	26,4	1975
53	38,6	38,8	39,4	39,6	1976
54	20,0	67,6	78,0	82,6	1977
55	13,0	16,0	19,6	21,0	1978
56	20,0	40,0	42,0	42,6	1979
57					1980
58	20,0	23,0	24,0	24,0	1981
59	16,0	22,0	28,8	30,2	1982
60	16,0	18,8	26,0	37,4	1983
61					1984
62	17,0	19,0	20,0	22,0	1985
63	12,0	14,0	18,8	19,6	1986
64	13,8	30,0	32,6	35,0	1987
65	15,0	21,0	24,0	26,6	1988
66					1989
67	11,0	14,0	27,0	27,4	1990
68	14,0	16,0	17,0	17,2	1991
69	17,0	32,4	35,0	35,0	1992
70	22,0	24,0	25,2	33,0	1993
71	23,0	30,0	35,0	37,4	1994
72	20,0	30,0	38,6	42,6	1995

Per ogni durata considerata, i dati sono stati regolarizzati con il metodo di Gumbel. I risultati sia intermedi che definitivi sono riportati nella Tab. 2 – Risultati dell'elaborazione per eventi di durata inferiore all'ora a pagina che segue. Nella successiva Tab. 3 – Parametri curva di possibilità pluviometrica per eventi di durata inferiore all'ora, si riassumono i risultati ottenuti regolarizzando i dati raccolti.

Tab. 2 – Risultati dell'elaborazione per le precipitazioni di massima intensità

DURATA	t=15min	t=30min	t=45min	t=60min
MEDIA E SCARTO QUADRATICO MEDIO DEI VALORI OSSERVATI				
MEDIA	18,16	25,22	30,58	32,17
SSQM	5,03	9,42	12,56	12,33
MEDIA E SCARTO QUADRATICO MEDIO DELLA VARIABILE RIDOTTA				
YN	0,5424	0,5453	0,5396	0,5524
SN	1,1518	1,1614	1,1425	1,1856
VALORE DEI PARAMETRI DI GUMBEL				
MODA	15,79	20,80	24,65	26,42
ALPHA	4,370	8,110	10,993	10,404
T_r	VALORE ESTREMI PER I PERIODI DI RITORNO CONSIDERATI [mm]			
5	22,35	32,96	41,14	42,03
10	25,63	39,05	49,39	49,84
20	28,77	44,88	57,30	57,33
50	32,84	52,44	67,55	67,02
100	35,89	58,10	75,22	74,28

Il diagramma che segue rappresenta le equazioni di possibilità pluviometrica, per eventi di durata inferiore all'ora, con tempi di ritorno pari a 5, 10, 20, 50 e 100 anni, mediante interpolazione su scala bilogaritmica.



Di seguito si riportano i risultati dei calcoli dei parametri della curva di possibilità pluviometrica secondo il metodo di Gumbel.

Tab. 3 – Parametri curva di possibilità pluviometrica per eventi di durata inferiore all'ora

Tr [anni]	a	n
5	44,619	0,4796
10	53,499	0,5077
20	62,026	0,5279
50	73,074	0,5478
100	81,358	0,5595

4.3.2. Eventi di durata oraria

Nella seguente Tab. 4 – Precipitazioni di durata oraria, si riportano i dati delle precipitazioni (ricavati sempre dalla stazione pluviometrica di Bassano del Grappa), in ordine cronologico.

Tab. 4 - Precipitazione di durata oraria

N	DURATA [ore]					ANNO
	1	3	6	12	24	
1	36,4	49,6	52,2			1924
2						1925
3						1926
4						1927
5	19,0	22,0	36,0	51,0	92,0	1928
6	40,0	50,2	50,2	55,2	63,2	1929
7	33,0	43,6	64,2	80,8	80,8	1930
8	24,0	37,6	40,8	57,8	65,6	1931
9						1932
10						1933
11						1934
12						1935
13	16,6	20,0	26,6	43,4	58,0	1936
14	48,0	63,6	69,0	86,0	108,0	1937
15	32,4	40,4	40,4	40,4	56,0	1938
16	27,2	30,6	46,0	69,2	73,4	1939
17	40,0	90,0	126,8	160,4	164,4	1940
18	24,0	28,0	47,0	82,0	107,0	1941
19	50,0	57,4	64,4	84,4	99,0	1942
20	48,8	77,8	78,0	91,0	92,8	1943
21	27,6	51,6	53,8	70,4	92,0	1944
22	23,8	43,4	45,0	53,0	82,6	1945
23	22,2	30,2	38,8	45,0	62,8	1946
24	29,4	34,0	44,0	57,0	74,8	1947
25	37,6	48,6	57,0	77,0	85,8	1948
26	18,6	21,4	29,2	51,6	78,6	1949

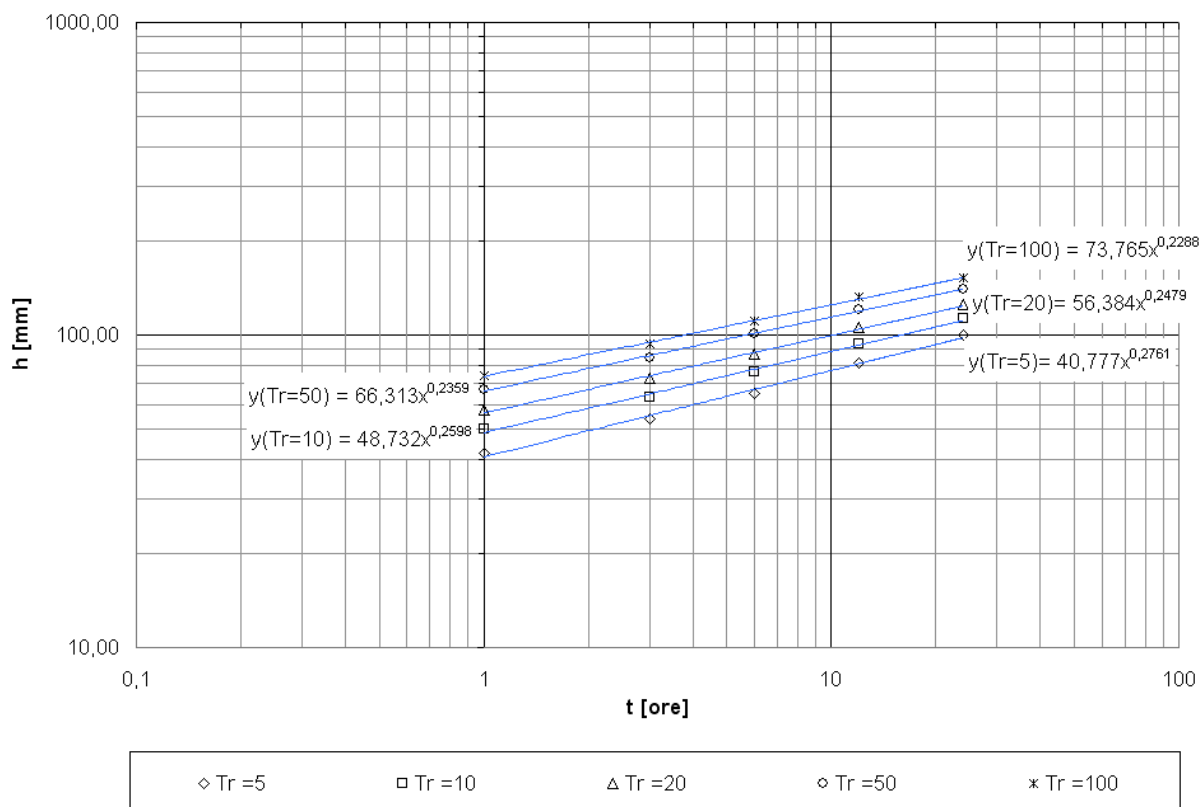
N	DURATA [ore]					ANNO
	1	3	6	12	24	
27	27,8	28,4	33,6	49,8	61,4	1950
28	19,0	36,0	59,0	83,0	95,0	1951
29	21,0	24,0	29,6	54,0	93,8	1952
30	33,8	34,0	38,6	72,2	93,6	1953
31	22,6	34,2	54,8	56,0	56,0	1954
32	24,0	32,6	40,8	69,4	85,6	1955
33	33,8	36,0				1956
34	21,0	29,8	33,4	38,2	54,4	1957
35	19,4	32,4	52,4	73,4	94,2	1958
36	36,0	45,0	68,2	75,2	75,2	1959
37	27,2	27,2	37,6	49,4	63,8	1960
38	51,2	57,4	59,0	59,0	67,6	1961
39	53,2	53,2	53,2	58,6	72,8	1962
40	42,4	48,2	62,4	62,6	89,4	1963
41	41,6	48,0	54,6	87,8	102,0	1964
42	31,2	32,2	46,4	73,0	100,0	1965
43	25,2	37,6	46,0	62,6	112,6	1966
44	27,0	36,0	42,0	55,0	84,0	1967
45	39,0	51,2	62,4	63,0	68,4	1968
46	19,8	27,4	41,0	64,8	76,0	1969
47	30,8	31,2	31,4	31,4	57,0	1970
48	67,8	78,4	78,6	78,6	95,0	1971
49	21,6	32,6	35,8	51,8	62,4	1972
50						1973
51	27,4	42,8	57,2	62,4	96,2	1974
52	26,4	27,6	36,4	44,4	64,4	1975
53	39,6	52,4	52,4	73,6	80,0	1976
54	82,6	87,4	87,4	87,6	93,2	1977
55	21,0	34,0	48,6	58,6	93,0	1978
56	42,6	47,6	54,4	65,6	98,6	1979
57						1980
58	24,0	33,2	45,8	73,0	123,6	1981
59	30,2	34,4	34,8	52,0	87,0	1982
60	37,4	38,2	39,4	54,0	97,0	1983
61						1984
62	22,0	24,4	24,8	34,0	63,8	1985
63	19,6	27,5	40,5	75,0	113,0	1986
64	35,0	47,0	67,8	77,6	90,4	1987
65	26,6	34,2	40,4	75,2	76,2	1988
66						1989
67	27,4	27,6	40,0	67,2	77,8	1990
68	17,2	42,6	42,6	62,8	75,2	1991
69	35,0	42,4	43,4	68,6	104,6	1992
70	33,0	46,8	65,6	66,2	66,4	1993
71	37,4	45,0	78,4	79,0	80,0	1994
72	42,6	62,8	82,6	95,4	100,6	1995

Per ogni durata considerata, i dati sono stati regolarizzati con il metodo di Gumbel. I risultati sia intermedi che definitivi sono riportati nella Tab. 5 – Risultati dell'elaborazione per eventi di durata oraria, a pagina seguente. Nella successiva Tab. 6 – Parametri curva di possibilità pluviometrica per eventi di durata oraria, si riassumono i risultati ottenuti regolarizzando i dati raccolti.

Tab. 5 – Risultati dell'elaborazione per le precipitazioni di durata oraria

DURATA	t=1 ora	t=3 ore	t=6 ore	t=12 ore	t=24 ore
MEDIA E SCARTO QUADRATICO MEDIO DEI VALORI OSSERVATI					
MEDIA	32,16	41,49	50,88	66,04	84,37
SSQM	12,33	15,26	17,58	19,29	19,74
MEDIA E SCARTO QUADRATICO MEDIO DELLA VARIABILE RIDOTTA					
YN	0,5524	0,5524	0,5521	0,5518	0,5518
SN	1,1856	1,1856	1,1846	1,1835	1,1835
VALORE DEI PARAMETRI DI GUMBEL					
MODA	26,421	34,379	42,684	57,053	75,170
ALPHA	10,396	12,874	14,842	16,295	16,678
T_r	VALORE ESTREMI PER I PERIODI DI RITORNO CONSIDERATI [mm]				
5	42,01	53,69	64,95	81,49	100,19
10	49,82	63,35	76,08	93,72	112,70
20	57,30	72,62	86,77	105,45	124,71
50	66,99	84,61	100,60	120,63	140,25
100	74,24	93,60	110,96	132,01	151,89

Il diagramma seguente rappresenta le equazioni di possibilità pluviometrica, per eventi di durata oraria, con tempi di ritorno pari a 5, 10, 20, 50 e 100 anni, mediante interpolazione su scala bilogarithmica.



Di seguito si riportano i risultati dei calcoli dei parametri della curva di possibilità pluviometrica secondo il metodo di Gumbel.

Tab. 6 – Parametri curva di possibilità pluviometrica per eventi di durata oraria		
Tr [anni]	a	n
5	40,777	0,2761
10	48,732	0,2598
20	56,384	0,2479
50	66,313	0,2359
100	73,765	0,2288

4.4. Calcoli idraulici

4.4.1. Altezza ed Intensità di Pioggia

Nella Tab. 7 – Altezze e intensità di pioggia sono riportati i valori (in mm) delle altezze di pioggia (h) e le relative intensità (j) riferite a diverse durate dell'evento meteorologico comprese tra 0,05 ore (3 min) e 24 ore. Nel calcolo si è utilizzata l'equazione di possibilità pluviometrica per eventi di durata inferiore all'ora anche per t superiori all'unità, in quanto porta a risultati leggermente sovradimensionati e pertanto a favore di sicurezza.

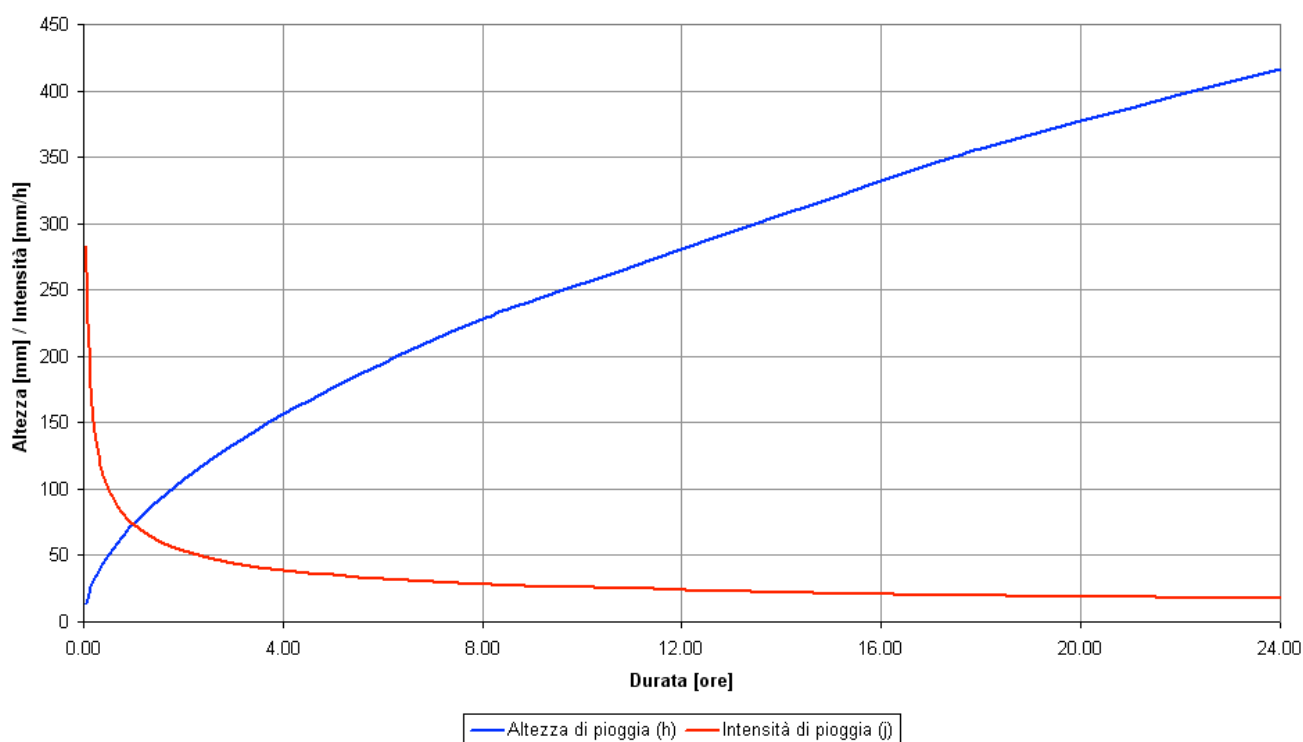
Il tempo di ritorno considerato, come già detto, è Tr=50 anni.

Nel diagramma successivo si riporta l'andamento temporale delle altezze e delle intensità di precipitazione.

Tab. 7 – Altezze e intensità di pioggia –

t [ore]	h (Tr=50 anni) [mm]	j [mm/h]
0,05	14,160	283,197
0,10	20,700	206,996
0,20	30,260	151,299
0,30	37,786	125,953
0,40	44,236	110,589
0,50	49,987	99,974
0,60	55,238	92,063
0,70	60,105	85,864
0,80	64,666	80,832
0,90	68,976	76,640
1,00	73,074	73,074
2,00	106,824	53,412
3,00	133,392	44,464

t [ore]	h (Tr=50 anni) [mm]	j [mm/h]
4,00	156,161	39,040
5,00	176,465	35,293
6,00	195,000	32,500
7,00	212,182	30,312
8,00	228,284	28,536
9,00	243,499	27,055
10,00	257,966	25,797
11,00	271,793	24,708
12,00	285,061	23,755
13,00	297,839	22,911
14,00	310,179	22,156
15,00	322,126	21,475
16,00	333,718	20,857
17,00	344,987	20,293
18,00	355,960	19,776
19,00	366,660	19,298
20,00	377,109	18,855
21,00	387,324	18,444
22,00	397,321	18,060
23,00	407,115	17,701
24,00	416,718	17,363



4.4.2. Coefficiente di deflusso

Individuata l'equazione di possibilità pluviometrica e calcolata l'altezza di precipitazione per un evento con un tempo di ritorno pari a 50 anni di una data durata, viene stimata la frazione di pioggia effettivamente raccolta dalla rete di collettori; a tale scopo, si definisce il coefficiente di deflusso come

il rapporto tra volume defluito attraverso una determinata sezione in un definito intervallo di tempo e il volume meteorico precipitato nello stesso intervallo. Per le reti destinate alla raccolta delle acque meteoriche si considerano i coefficienti di deflusso fissati dalla DGR Veneto n.2948/2009, riassunti nella seguente Tab. 8 – Coefficienti di deflusso.

Tab. 8 – Coefficienti di deflusso

TIPI DI SUPERFICIE	φ
Superfici Agricole	0,10
Superfici permeabili (aree Verdi)	0,20
Superfici semi permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato,...)	0,60
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,...)	0,90

La superficie oggetto di trasformazione è identificabile come “Area Verde”.

Di conseguenza, risultano i coefficienti di deflusso di Tab. 9 – coefficiente di deflusso stato attuale e di Tab. 10 – coefficiente di deflusso stato di progetto .

Tab. 9 – coefficiente di deflusso stato attuale

TIPI DI SUPERFICIE	SUPERFICIE [m ²]	φ
Aree Verdi	3'655,00	0,20
COEFFICIENTE DI DEFLUSSO TOTALE	3'655,00	0,20

Tab. 10 – coefficiente di deflusso stato di progetto

TIPI DI SUPERFICIE	SUPERFICIE [m ²]	φ
Superfici impermeabili (Superfici pavimentate)	2'790,00	0,90
Superfici impermeabili (Coperture)	865,00	0,90
COEFFICIENTE DI DEFLUSSO TOTALE	3'655,00	0,90

4.4.3. Tempo di corrivazione

Gli eventi metereologici cui far riferimento sono gli scosci di pioggia di durata inferiore all'ora.

Data la limitata estensione dell'area scolante, il tempo di corrivazione risulta dell'ordine dei minuti.

Il tempo di corrivazione, definito come il tempo impiegato da una particella d'acqua a percorrere la distanza massima propria del bacino, è stato calcolato utilizzando la formula di Giandotti:

$$\tau_c = (4xS^{0,5} + 1,5xL) / [0,8x(H_m - Z)^{0,5}]$$

dove:

τ_c [ore] è il tempo di corrivazione,

S [Km²] è la superficie del bacino da drenare,

L [Km] è la lunghezza del percorso massimo (stimato in 100,00mt = 0,100 km),

H_m [m.s.l.m.] è la quota media del bacino,

Z [m.s.l.m.] è la quota della sezione di chiusura del bacino da drenare.

Di conseguenza il tempo di corrivazione per la valutazione in questione risulta pari a:

$$\tau_c = [4x(0,003655)^{0,5} + 1,5x0,100] / [0,8x(6,00)^{0,5}] = 0,20 \text{ ore} = 12 \text{ min}$$

4.4.4. Calcolo della portata

La portata è data da:

$$Q = (hxSx\varphi) / \tau_c = jxSx\varphi$$

Considerando il tempo di corrivazione precedentemente calcolato, l'intensità di pioggia da tenere in considerazione è: j = 151,299 mm/h. Di conseguenza la portata risulta pari a:

$$Q = (151,299 / 1'000) x 3'655,00 x \varphi = 554,512 x \varphi \text{ [m}^3/\text{h]} = 154,03 x \varphi \text{ [l/s]}$$

In Tab. 11 – Portate e coefficienti udometrici con Tr = 50 anni e $\tau_c = 0,20$ ore, sono riportati i risultati del calcolo della portata allo stato attuale e allo stato futuro; i coefficienti udometrici U sono calcolati come rapporto tra la portata Q e la superficie dell'area allo studio espressa in ettari.

Tab. 11 – Portate e coefficienti udometrici con Tr=50 anni e $\tau_c = 0,20$ ore

SUPERFICIE [m ²]	U “attuale” [l/s ha]	U “progetto” [l/s ha]	Portata “attuale” [l/s]	Portata “progetto” [l/s]
3'655,00	84,06	377,22	30,81	138,25

Le opere in progetto determinano quindi una modifica del regime idraulico in essere. Sono pertanto necessarie opere di mitigazione idraulica.

4.5. Opere di mitigazione

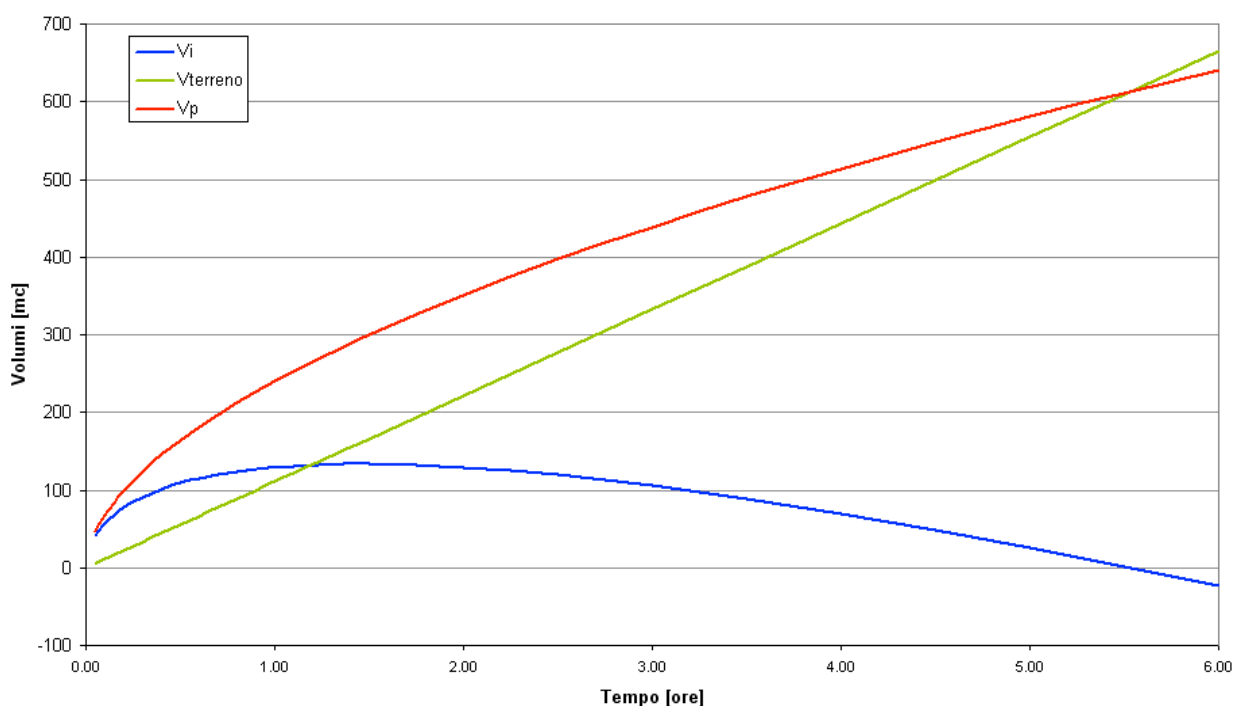
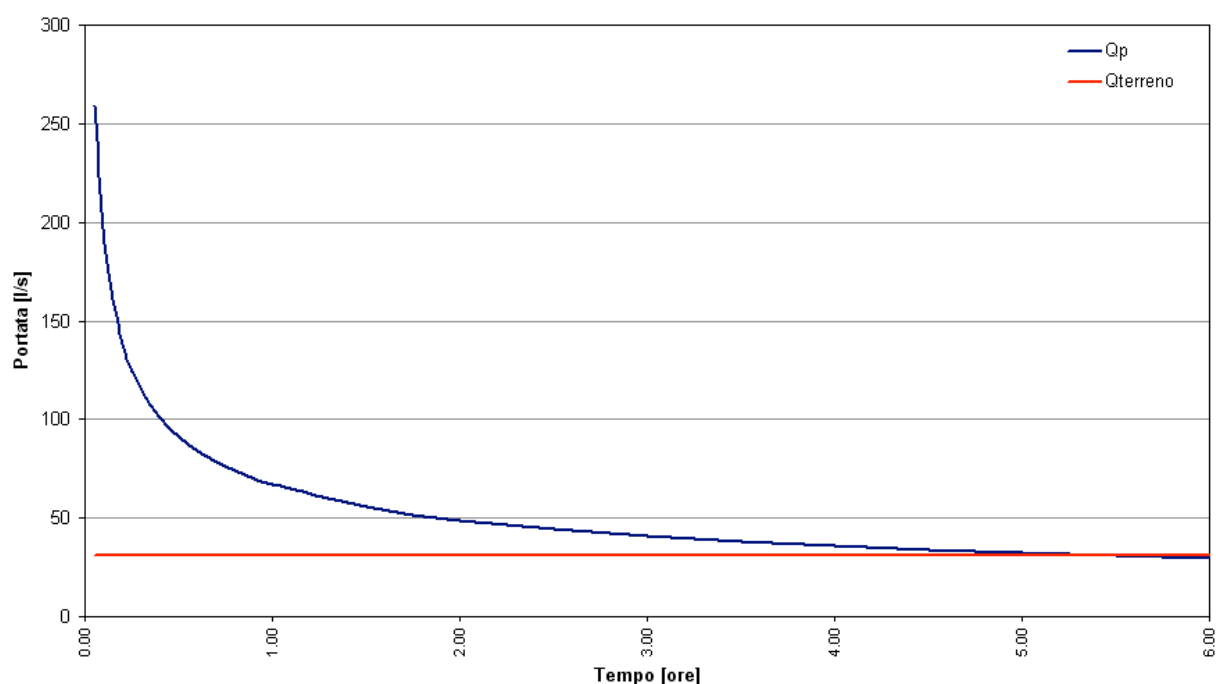
Le maggiori quantità d'acqua derivanti dalla minore permeabilità del suolo determinata dalla "trasformazione" devono essere temporaneamente accumulate in volumi superficiali o interrati; tali volumi sono dimensionati così da poter trattenere tutto il volume eccedente quello che allo stato attuale si riversa sulla rete esistente. L'acqua raccolta nell'invaso temporaneo sarà fatta defluire nella rete idraulica esistente in maniera controllata.

Per lo studio in questione si è calcolato, per il tempo di precipitazione considerato, il volume d'acqua afferente alla sezione di chiusura nella situazione attuale (V_a) e nella configurazione di progetto (V_p); la differenza tra le due quantità rappresenta il volume che risulta necessario invasare temporaneamente (V_i).

I risultati del calcolo sono riassunti nella Tabella 12; nei grafici a seguire sono diagrammati i risultati del calcolo (Andamento delle Portate e Andamento volumi).

Tab. 12 – Calcolo volume da invasare –

t [ore]	h (Tr=50 anni) [mm]	j [mm/h]	Qp [l/s]	Q _{terreno} [l/s]	Vp [m ³]	V _{terreno} [m ³]	Vi [m ³]
0.05	14.160	283.197	258.77	30.81	46.58	5.55	41.03
0.10	20.700	206.996	189.14	30.81	68.09	11.09	57.00
0.20	30.260	151.299	138.25	30.81	99.54	22.18	77.36
0.30	37.786	125.953	115.09	30.81	124.30	33.27	91.03
0.40	44.236	110.589	101.05	30.81	145.51	44.36	101.15
0.50	49.987	99.974	91.35	30.81	164.43	55.45	108.98
0.60	55.238	92.063	84.12	30.81	181.70	66.54	115.16
0.70	60.105	85.864	78.46	30.81	197.71	77.63	120.08
0.80	64.666	80.832	73.86	30.81	212.72	88.72	124.00
0.90	68.976	76.640	70.03	30.81	226.90	99.81	127.08
1.00	73.074	73.074	66.77	30.81	240.38	110.90	129.47
1.50	91.248	60.832	55.59	30.81	300.16	166.35	133.81
2.00	106.824	53.412	48.81	30.81	351.40	221.80	129.59
2.50	120.713	48.285	44.12	30.81	397.09	277.26	119.83
3.00	133.392	44.464	40.63	30.81	438.79	332.71	106.09
3.50	145.145	41.470	37.89	30.81	477.46	388.16	89.30
4.00	156.161	39.040	35.67	30.81	513.69	443.61	70.08
4.50	166.568	37.015	33.82	30.81	547.93	499.06	48.87
5.00	176.465	35.293	32.25	30.81	580.48	554.51	25.97
5.50	185.923	33.804	30.89	30.81	611.59	609.96	1.63
6.00	195.000	32.500	29.70	30.81	641.45	665.41	-23.96



Da calcolo, il volume massimo che si rende necessario invasare risulta pari a $133,81 \text{ m}^3$.

Il Consorzio di Bonifica Pedemontano Brenta indica in $300 \text{ m}^3/\text{ha}$ il volume minimo di laminazione che, per l'intervento in progetto, risulta quindi pari a: $300 \times 0,3655 = 109,95 \text{ m}^3$, valore inferiore a quello ottenuto col calcolo ($133,81 \text{ m}^3$).

Rispetto alla configurazione attuale, lo stato di progetto determina in definitiva un aumento dell'impatto idraulico e le conseguenti maggiori portate di acqua meteorica dovranno pertanto essere temporaneamente invase predisponendo appositi volumi nella misura di **133,81 m³**.

Al volume di invaso temporaneo concorrono:

1. il volume di raccolta della prima pioggia: $V_1=50,00 \text{ m}^3$
2. l'invaso superficiale (avvallamenti, cunette, pozzetti di raccordo, grondaie, ecc..) stimato in ca. $30 \text{ m}^3/\text{ha}$ e pertanto complessivamente pari a $V_2=0,3655 \times 30=10,97 \text{ m}^3$
3. l'invaso determinato dai collettori di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche aventi diametri 200, 250 e 300 mm ed un volume complessivo pari a $13,20 \text{ m}^3$

Il volume di invaso netto da assicurare ulteriormente risulta in definitiva pari a:

$V_i = 133,81 - 50,00 - 10,97 - 13,20 = \mathbf{59,64 \text{ m}^3}$; questo volume viene assicurato da una coppia di vasche in c.a.v. del volume di 30 m^3 cadauna, interrate, tra loro collegate nella parte bassa in modo da costituire un unico bacino di accumulo del volume complessivo pari a **60 m³**, corrispondente a quello richiesto.

4.6. Limitazione del deflusso

Come richiesto dal Consorzio Pedemontano Brenta, si impone che allo stato futuro venga confluita al recapito una portata non superiore a 10,00 l/s per ettaro di superficie; essendo la superficie totale pari a 0,3655 ha, la portata massima che può affluire al recapito risulta pari a : $Q_{\max} = 0,3655 \times 10,00 = 3,655 \text{ l/s} = 13,16 \text{ m}^3/\text{h}$.

Si prevede pertanto, sul terminale delle vasche di laminazione, l'installazione di un manufatto di regolazione costituito da un pozzettone entro cui saranno installate due pompe (sommersibili) di sollevamento (una di scorta all'altra con meccanismo di scambio automatico, per uniforme usura), aventi ciascuna la portata prescritta (pari a $13 \text{ m}^3/\text{h}$). Il fondo del pozzettone, di dimensioni in pianta pari a 1,50 x 1,50 m, sarà ribassato di **50 cm** rispetto al fondo delle vasche di laminazione, onde assicurare il completo prosciugamento delle vasche stesse.



5. CONCLUSIONI

L'intervento in progetto, alla luce di quanto sopra esposto, determina una modifica della situazione attuale dal punto di vista dell'Impatto Idraulico.

Le maggiori portate d'acqua saranno invase disponendo appropriati volumi di laminazione.

Data l'entità delle portate in uscita dal bacino idraulico considerato e alla luce delle opere di mitigazione previste in progetto, si può affermare che il progetto risulta **idraulicamente compatibile**.

Bressanvido, Febbraio 2013

Il Progettista

Il Consulente idraulico