

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/2001**

PROGETTO PRELIMINARE

**LINEA AV/AC VERONA – PADOVA
LOTTO FUNZIONALE II: ATTRAVERSAMENTO DI VICENZA**

RELAZIONE IDROLOGICA

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I N 0 I 0 0 R 0 9 R I I D 0 0 0 1 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autore/autorizzato
A	EMISSIONE DEFINITIVA	M. Coccato	Maggio 2017	F. Gabas	Maggio 2017	B. Bianchi	Maggio 2017	ITALFERR S.p.A. U.O. Opere Civili e Gestione delle Infrastrutture Dott. Ing. Angelo Vittozzi Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma N° A20783

File: IN0100R09RIID0001001A.DOC

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	3
1.1	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IN PROGETTO	3
2	INQUADRAMENTO IDROLOGICO	4
2.1	GENERALITÀ	4
2.2	STUDIO IDROLOGICO EFFETTUATO DALL'AUTORITÀ DI BACINO	4
2.3	SCELTA DEGLI IETOGRAMMI DI RIFERIMENTO	10
2.3.1.1	<i>Analisi statistica</i>	11
3	IDROLOGIA DELLA TRATTA FERROVIARIA IN PROGETTO	12
3.1.1	<i>Curve di possibilità pluviometrica</i>	12
4	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	17



TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA
LOTTO FUNZIONALE II: ATTRAVERSAMENTO DI VICENZA
PROGETTO PRELIMINARE

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN01	00	R 09 RI	ID 00 01 001	A	3 di 17

1 PREMESSA

1.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IN PROGETTO

Il progetto del 2^o lotto funzionale della tratta AV/AC Verona-Padova presenta una progressivazione in continuità con quella del 1^o lotto funzionale Verona-Bivio Vicenza (PD sviluppato dal GC IRICAV DUE). Il progetto ha inizio al km 43+650, nel territorio di Altavilla Vicentina, e termina in uscita dall'impianto di Vicenza, subito dopo l'attraversamento del fiume Retrone, al km 49+827.

Dall'inizio intervento, km 43+650, la nuova linea AV/AC si sviluppa a sud della linea esistente fino al km 45+406. Da qui ha inizio la variante della linea storica, che si svilupperà fino all'ingresso dell'impianto di Vicenza, che prevede uno spostamento della stessa verso nord, tale da consentire l'inserimento della coppia di binari AV/AC sull'attuale sedime ferroviario. Sono previste la nuova fermata di Vicenza Fiera e la Stazione Viale Roma. Si rimanda alla Relazione Generale ed agli elaborati specialistici per la descrizione completa dell'intervento.

La presente Relazione riferisce in merito all'inquadramento idrologico della tratta ferroviaria in progetto, al fine di determinare gli idrogrammi di riferimento per il reticolo idrografico oggetto di studio (come descritto nella Relazione idraulica IN0100R09RIID0002001A) e le curve di possibilità pluviometrica da utilizzare per i successivi sviluppi della progettazione del drenaggio delle acque meteoriche.

	TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA LOTTO FUNZIONALE II: ATTRAVERSAMENTO DI VICENZA PROGETTO PRELIMINARE					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA INOI	LOTTO 00	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 00 01 001	REV. A

2 INQUADRAMENTO IDROLOGICO

2.1 GENERALITÀ

Le verifiche idrauliche vengono effettuate utilizzando gli idrogrammi in ingresso alla rete idraulica del sistema Bacchiglione, generati secondo i criteri stabiliti nel *"Piano delle azioni e degli interventi di mitigazione del rischio idraulico e geologico"* predisposto in esito all'art. 1, comma 3, lettera g) dell'ordinanza n° 3906 del 13 novembre 2010.

Di seguito è descritta l'analisi idrologica effettuata dall'Autorità di Bacino e gli idrogrammi risultati da tale analisi, nonché quelli selezionati per le verifiche di cui al presente studio.

2.2 STUDIO IDROLOGICO EFFETTUATO DALL'AUTORITÀ DI BACINO

Il fiume Bacchiglione si può considerare l'emissario di una vasta e complessa rete idrografica che si estende per gran parte nella zona montana e pedemontana del vicentino e che dal punto di vista idrografico comprende sia sistemi di risorgiva che sistemi di carattere fluvio-torrentizio.

Al fine di rappresentare in modo compiuto tale sistema e dare applicazione al modello idrologico, il bacino tributario del Bacchiglione è stato considerato come un insieme di sottobacini, caratterizzati ciascuno da una propria risposta idrologica e connessi tra loro principalmente da fenomeni di tipo propagatorio. La Figura 3.1 rappresenta la complessità del sistema idrografico.

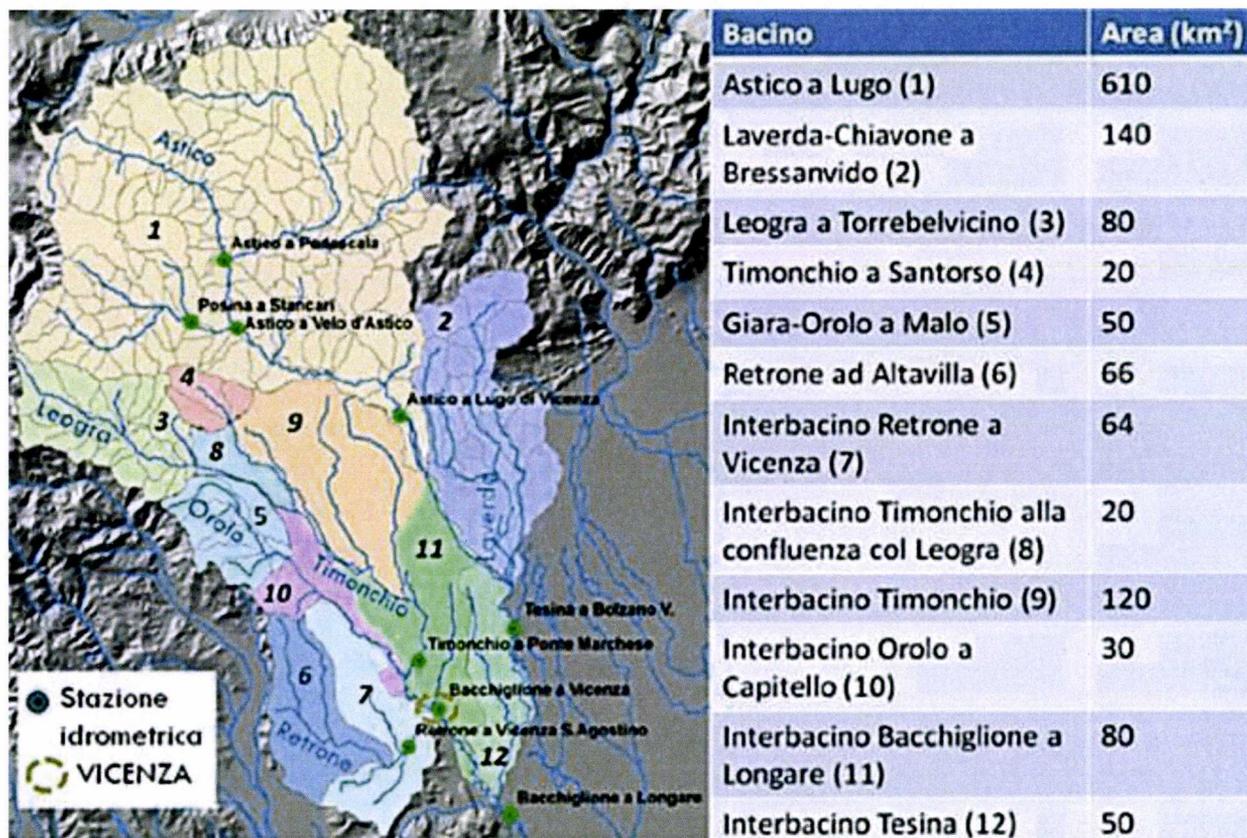


Figura 2-1: Bacini tributari del Bacchiglione (da Autorità di Bacino Alto Adriatico, 2013)

Si possono individuare sul versante nord occidentale i bacini del Leogra e del Timonchio (quest'ultimo all'altezza di Caldogeno e Dueville, dopo l'immissione dell'Igna e del Bacchiglioncello, assume il nome di Bacchiglione), sul versante sud occidentale il bacino dell'Orolo e del Retrone.

Detti corsi d'acqua contribuiscono in modo ampiamente diversificato alla formazione delle piene alla sezione di Vicenza insieme al contributo sia delle rogge che confluiscono in Bacchiglione a monte di Ponte del Marchese, sia del fiume Astichello che si immette in Bacchiglione circa 130 m a valle del Ponte Pusterla. Il principale affluente del fiume Bacchiglione a sud di Vicenza è il Tesina che si immette in sinistra all'altezza di Longare. A monte dell'immissione dell'Astico in località Poianella, il Tesina riceve prima il contributo del torrente Laverda-Chiavone e quindi quello del torrente Ghebo-Longhella, che drenano la fascia collinare e pedemontana da Breganze a Marostica.

Al fine di definire e caratterizzare i processi di produzione di deflusso e trasporto durante il manifestarsi di eventi alluvionali, l'Autorità di Bacino ha utilizzato uno schema di tipo geomorfologico, che ancora la risposta del bacino alle caratteristiche fisiche e geomorfologiche del sistema idrografico (Rodriguez-Iturbe & Valdes, 1979, Gupta et al., 1980, Rodriguez-Iturbe & Rinaldo, 1997).

	TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA LOTTO FUNZIONALE II: ATTRAVERSAMENTO DI VICENZA PROGETTO PRELIMINARE					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA INOI	LOTTO 00	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 00 01 001	REV. A

In particolar modo è stato adottato un approccio di tipo geomorfoclimatico, che si discosta dagli schemi prodotti nel passato, basati su ipotesi semplificative, come, ad esempio, l'assunzione di una distribuzione temporale uniforme (a scala di evento) delle precipitazioni e una sommara descrizione della geometria del bacino con modelli Hortoniani, che non tengono conto della complessità della reale rete idraulica (Rodriguez-Iturbe et al., 1982, Hall et al., 2001, Verri et al, 2008).

Lo schema di calcolo adottato dall'Autorità di Bacino utilizza l'informazione derivante da mappe digitali del terreno, dall'interpolazione geostatistica di dati meteorologici, da mappe di uso del suolo e pertanto si configura come distribuito nella descrizione dei processi ma concentrato nei parametri.

Vengono assunte le seguenti ipotesi di progetto per la determinazione degli idrogrammi con assegnata frequenza di accadimento con l'obiettivo di semplificare le procedure/tempi di calcolo nel rispetto della validità dei risultati:

1. il tempo di ritorno è riferito all'evento meteorico e quindi al volume di precipitazione caduto in un determinato intervallo temporale. Questo assunto trova giustificazione nella semplificazione della procedura di calcolo che si intende adottare e che, in alternativa, dovrebbe considerare la probabilità composta di molteplici variabili, quali la temperatura, lo spessore del manto nevoso, il grado di imbibizione del terreno, le condizioni di sicurezza dei corpi arginali esistenti al verificarsi dell'evento meteorico;
2. il modello idrologico viene utilizzato ad evento e non in modo continuo;
3. le condizioni iniziali delle variabili che entrano in gioco nella determinazione della precipitazione efficace sono determinati mediante taratura con riferimento all'evento storico di riferimento (più gravoso) registrato per il bacino idrografico in esame. Questo approccio permette di tenere conto dei fenomeni di scioglimento nivale.

Gli idrogrammi prodotti dall'Autorità di Bacino e forniti agli scriventi consistono nei contributi idrologici dei diversi sottobacini (Figura 2-2) per:

- 6 forme dello ietogramma (uniforme, monotono crescente, doppio colmo come risultato di un processo moltiplicativo binomiale casuale, triangolare isoscele, monotono decrescente);
- 39 diverse durate dell'evento di pioggia da 6 a 120 ore (con risoluzione trioraria);
- 8 diversi tempi di ritorno (10, 20, 30, 50, 70, 100, 200, 300 anni).

In Figura 2-3 sono riportati gli idrogrammi con TR 100 anni associati a diverse forme dello ietogramma. In tutti i casi analizzati si osserva che le forme di ietogramma che determinano i picchi di portata maggiori sono la M02 (monotono crescente) e la M05 (triangolare isoscele).

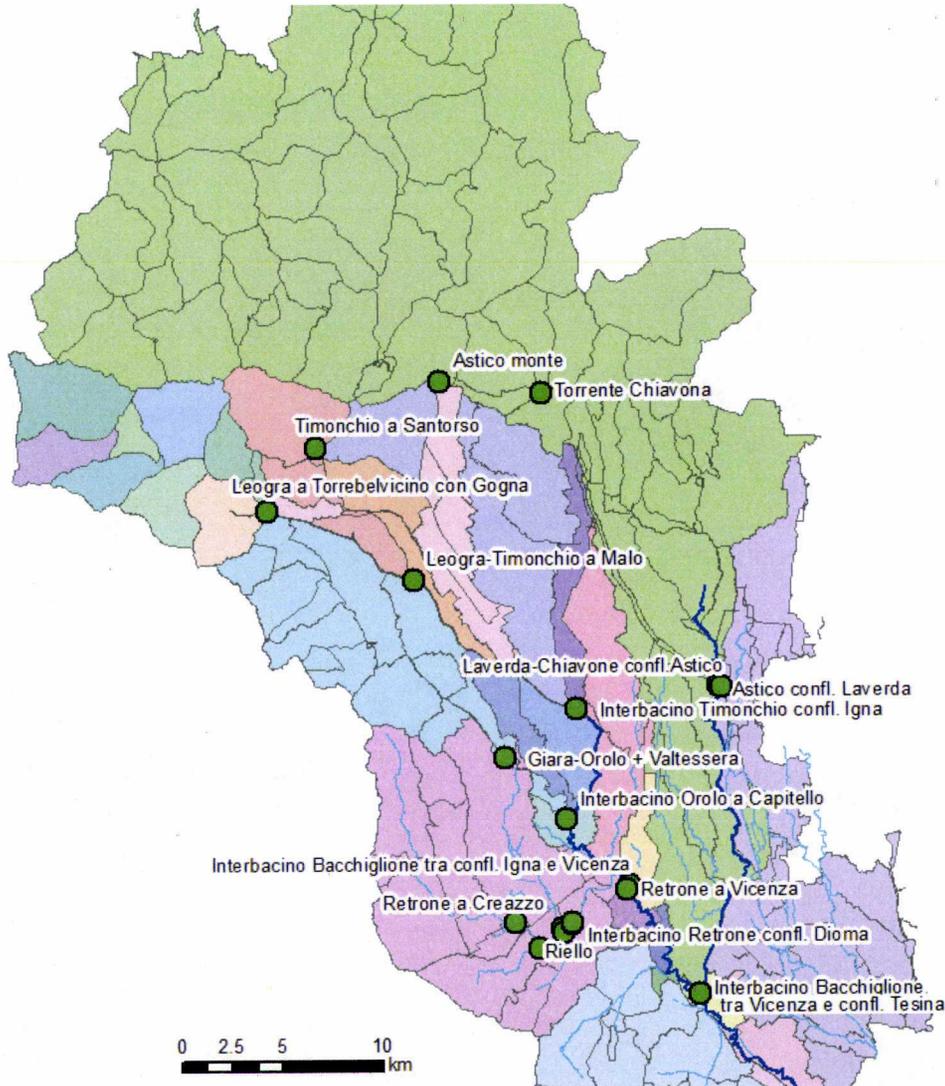


Figura 2-2: Sezioni di chiusura dei sottobacini per i quali sono stati forniti gli idrogrammi di piena

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN01	00	R 09 RI	ID 00 01 001	A	8 di 17

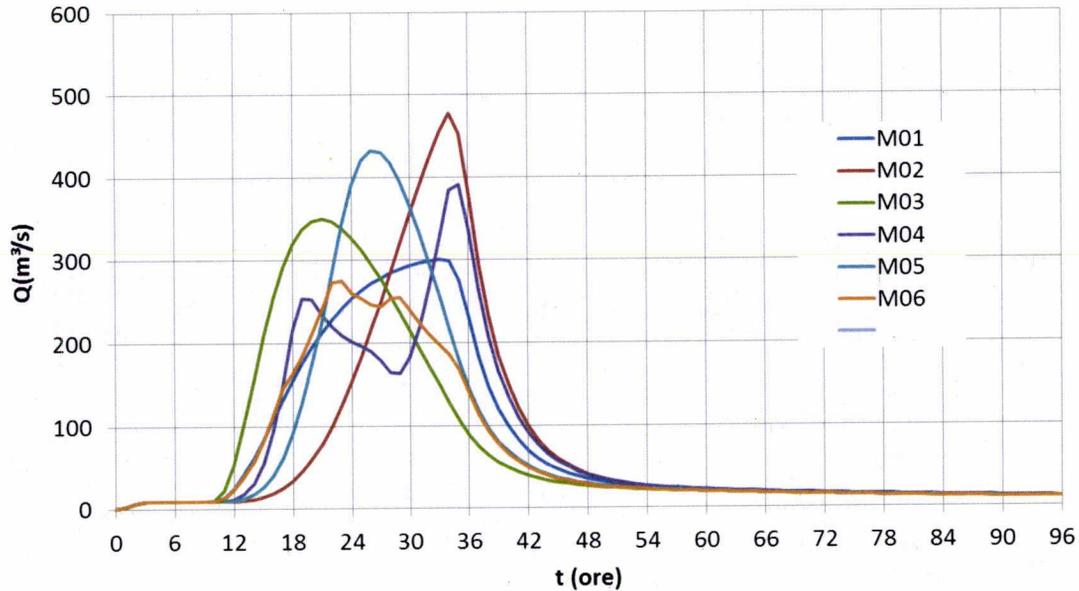


Figura 2-3: Idrogrammi con tempo di ritorno centennale associati a diverse forme dello ietogramma

La Figura 2-4 rappresenta gli idrogrammi relativi alla sezione del Retrone a monte della confluenza con il Bacchiglione per TR 100 anni: si osserva che la durata critica di questo bacino è 18 ore, e che la durata di 24 ore determina un idrogramma non molto dissimile.

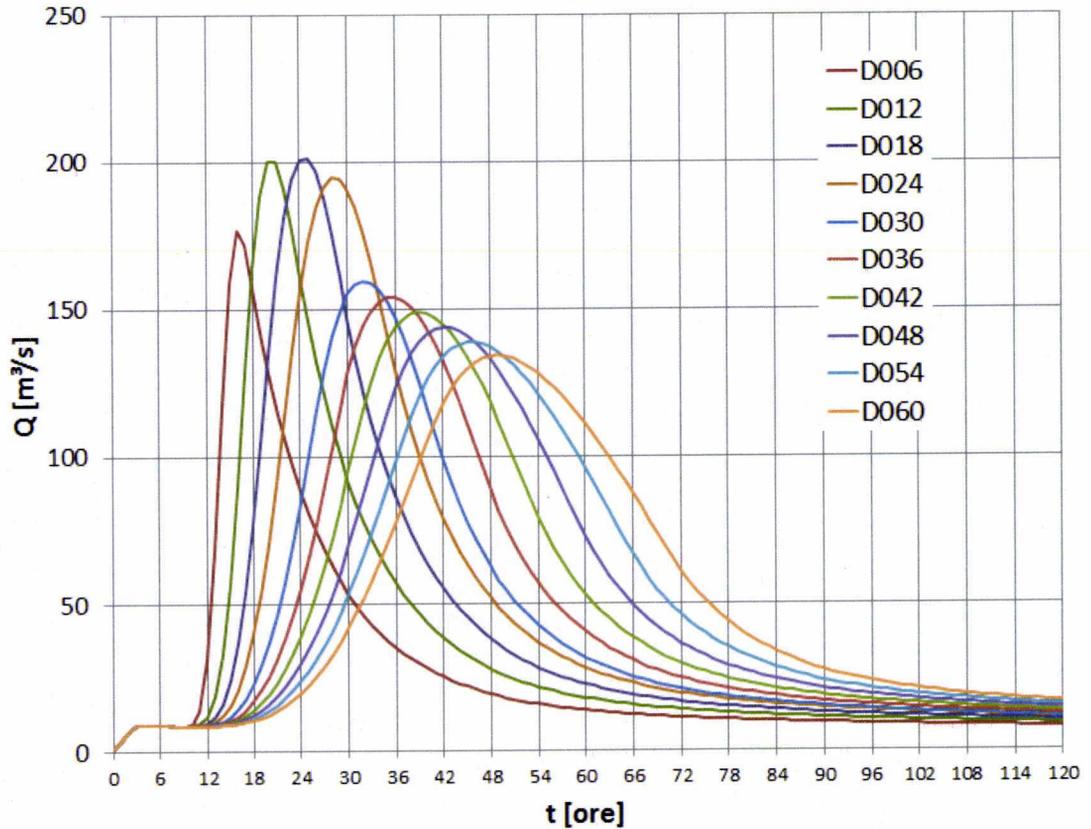


Figura 2-4: Idrogrammi alla sezione del Retrone a monte della confluenza con il Bacchiglione per TR 100 anni, forma dello idrogramma M05, per diverse durate di pioggia

Gli idrogrammi forniti sono stati inoltre confrontati a diverse sezioni di chiusura dei vari sottobacini di studio: da tale confronto emerge una certa contemporaneità dei picchi di piena (Figura 3.6).

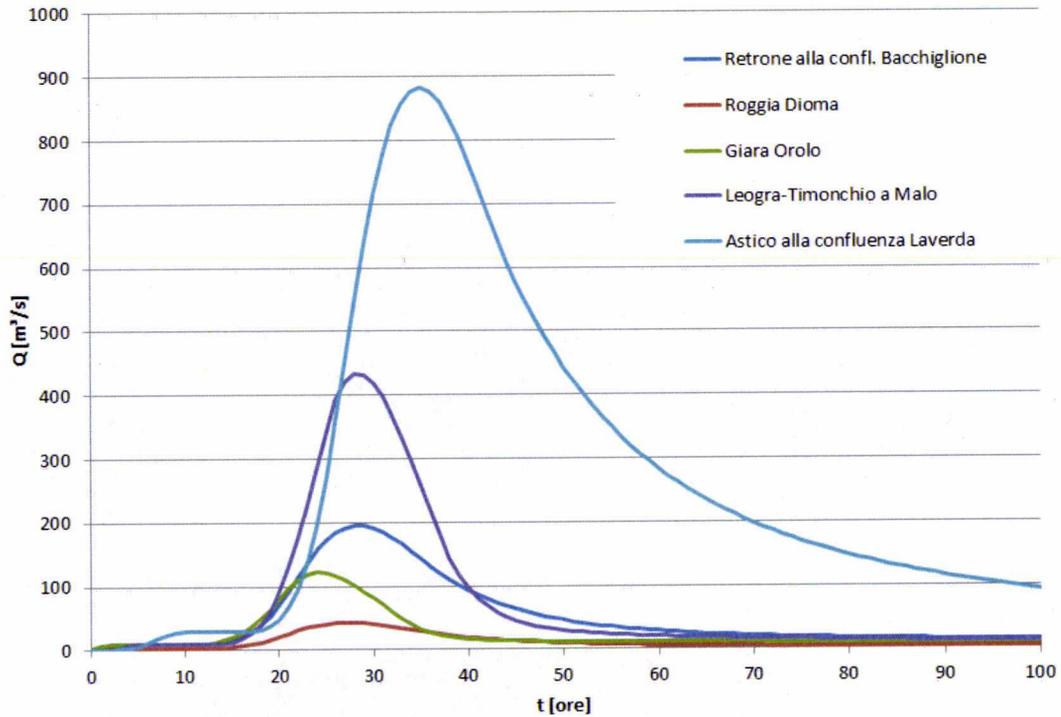


Figura 2-5: Idrogrammi in corrispondenza di diverse sezioni di interesse per TR 100, forma dello ietogramma M05, durata di pioggia 24 ore

2.3 SCELTA DEGLI IETOGRAMMI DI RIFERIMENTO

Visti gli obiettivi del presente studio, sono stati scelti come idrogrammi di riferimento quelli caratterizzati da:

- tempo di ritorno pari a 30, 100, 200 e 300 anni;
- durata di pioggia 24 ore, che risulta essere la durata critica del sistema Retrone - Bacchiglione a Vicenza per i tempi di ritorno esaminati;
- forma dello ietogramma M05 (triangolare isoscele), che determina i picchi di piena maggiori, escludendo la forma monotona crescente che per il tipo di bacini studiati non appare realistica.

2.3.1.1 ANALISI STATISTICA

La seguente Tabella 2-1 riporta i valori di portata al colmo per diversi tempi di ritorno e forme dello ietogramma di pioggia del f.Retrone alla confluenza in Bacchiglione, per una durata di pioggia di 24 ore.

I valori relativi a tempo di ritorno 2 e 5 anni sono stati estrapolati dalla curva logaritmica, come riportato a titolo di esempio per la forma M05 in Figura 2-6.

Tabella 2-1: Valori di portata al colmo per diversi tempi di ritorno e forme dello ietogramma di pioggia del f.Retrone alla confluenza in Bacchiglione, per una durata di pioggia di 24 ore

Tempo di ritorno	Portate idrologiche al colmo [m ³ /s] a variare della forma dello ietogramma				
	M01	M02	M03	M04	M05
2	61.6	75.3	56.2	67.5	65.3
5	85.4	107.9	81.9	93.7	95.6
10	103.2	132.3	101.4	113.4	118.6
30	132.2	171.8	132.1	145.1	154.8
50	145.3	189.8	146.4	159.7	171.5
100	163.3	214.3	165.8	179.4	194.4
200	181.1	238.9	185.3	199.1	217.5
300	191.6	253.2	196.7	210.7	231.0

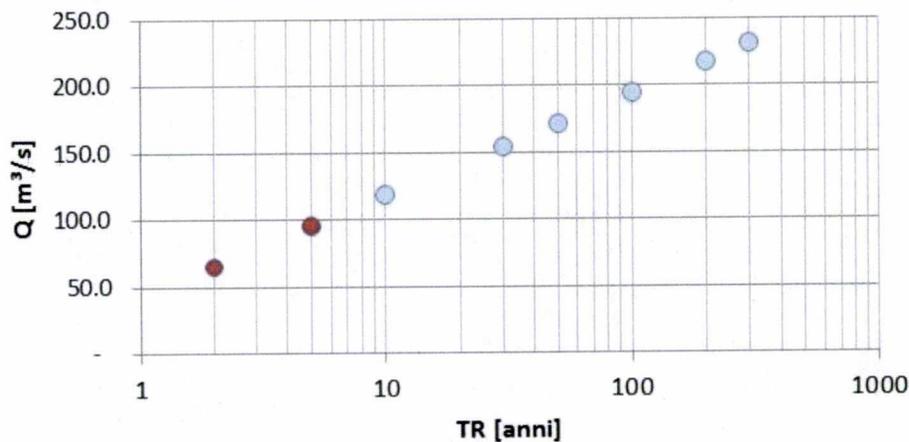


Figura 2-6: Valori di portata al colmo per diversi tempi di ritorno del f.Retrone alla confluenza in Bacchiglione, per una durata di pioggia di 24 ore e forma dello ietogramma di pioggia M05



TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA
LOTTO FUNZIONALE II: ATTRAVERSAMENTO DI VICENZA
PROGETTO PRELIMINARE

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN01	00	R 09 RI	ID 00 01 001	A	12 di 17

3 IDROLOGIA DELLA TRATTA FERROVIARIA IN PROGETTO

3.1.1 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Lo studio delle piogge avviene utilizzando metodologie statistiche, basate su misure delle altezze di precipitazione realmente osservate.

La rappresentazione di un evento pluviometrico di una certa durata τ , viene effettuata mediante una curva, detta *curva segnalatrice di possibilità pluviometrica*, caratterizzata generalmente dalla seguente espressione:

$$h = a \tau^n$$

nella quale h rappresenta l'altezza di precipitazione caduta nell'intervallo di tempo τ , a ed n sono dei coefficienti determinati statisticamente come verrà descritto in seguito.

Nella tradizionale pratica idrologica, per la determinazione della linea segnalatrice di probabilità pluviometrica si assume che, indipendentemente dalla durata presa in esame, i valori estremi del processo di pioggia siano rappresentabili da un determinato modello probabilistico. Nella maniera più semplice, il modello probabilistico viene identificato sulla base dei dati di pioggia massima annuale di prefissata durata disponibili presso la singola stazione (riportati in Tabella 3-1 e Tabella 3-2).

Tabella 3-1: Massimi annuali di precipitazione registrati alla stazione meteorologica di Vicenza – Sant’Agostino (fonte A.R.P.A.V.) – durate inferiori a 1 ora

5 min		10 min		15 min		30 min		45 min	
mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG
	560101		560101		560101	20.2	560624		560101
	570101		570101	14.8	570505	19.2	570902		570101
	580101		580101	11.0	580604		580101		580101
	590101		590101	26.0	590530		590101		590101
	600101		600101	36.0	600806		600101		600101
	610101		610101	18.0	610601		610101		610101
	620101		620101	10.0	620716		620101	16.6	620524
	630101		630101		630101		630101		630101
	640101		640101		640101	28.8	640815		640101
	650101		650101	10.6	650608		650831	18.6	650905
	660101		660101	14.4	660808	17.2	660808	18.2	660808
	670101		670101	30.0	670904	50.0	670904	60.0	670904
	680101		680101	25.4	680726	37.0	680802	44.4	680802
	690101		690101	11.2	690730	20.0	690730	27.4	690730
	700101		700101	14.0	700808	20.8	700808	21.4	700808
	710101		710101	21.6	710722		710101		710101
	720101		720101	19.0	720728	29.2	720728		720101
	740101		740101		740101		740101		740101
	750101		750101	17.6	750522	22.0	750915	31.0	750915
	760101		760101	27.6	760722	35.6	760722	36.8	760722
	770101		770101	14.6	770707	14.6	770707	14.6	770707
	780101		780101	13.0	780719	22.0	780719	28.4	780907
	790101		790101	17.0	790613	22.6	790613	22.8	790613
	800101		800101	9.0	800608	15.0	800608	20.0	800608
	810101		810101	16.6	810620	19.6	810620	21.0	810620
	820101		820101	24.0	820609	31.4	820609	32.4	820609
	830101		830101	15.8	830902	30.0	830902	35.8	830902
	840101		840101	16.8	840726	24.2	840726	27.6	840726
	850101		850101	18.0	850806	19.8	850806	20.0	850806
	860101		860101	27.0	860823	28.0	860823	28.0	860823
	870101		870101	25.2	870825		870101		870101
	880101		880101	14.0	880724		880101		880101
	890101		890101	18.0	890623	28.6	890622	31.6	890622
	900101		900101	6.2	900407	9.0	900407	10.0	900407
	910101		910101	16.0	910913	22.0	910913	22.8	910913
	920101		920101		920101		920101		920101
	930101		930101		930101		930101		930101
	940101		940101	16.8	940720	30.0	940720	40.0	940720
	950101		950101	18.0	950530	21.2	950530	22.4	950530

5 min		10 min		15 min		30 min		45 min	
mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG
9.8	980912	14.8	980912	16.2	980912	18.0	980912	18.8	980912
9.6	990514	18.0	990514	21.2	990514	23.4	990514	25.4	990712
14.8	000522	24.2	000522	25.2	000522	43.4	000611	51.4	000611
8.4	011021	13.4	011021	13.8	011021	18.2	011021	19.0	011021
16.0	020804	21.8	020804	26.4	020524	32.8	020524	34.0	020524
7.0	030721	10.8	030721	11.4	030721	12.4	030704	13.2	030407
11.2	040916	18.0	040916	18.6	040916	23.6	040914	32.6	040914
9.2	050814	15.2	050814	19.2	050814	29.4	050827	41.2	050827
6.8	060629	11.8	060629	15.8	060629	21.2	060706	27.2	060706
11.6	070927	18.6	070927	22.0	070927	27.2	070527	40.4	070527
9.6	080813	13.6	080612	17.8	080612	23.6	080612	23.6	080612
12.0	090620	21.2	090620	27.6	090707	32.4	090707	32.4	090707
14.8	100813	22.6	100813	27.0	100813	32.4	100813	32.6	100813
9.6	110701	15.6	110701	20.4	110701	25.8	110701	27.0	110701
9.6	120721	14.4	120919	20.2	120919	27.4	120919	28.6	120919
12.0	130823	13.0	130823	13.8	130729	16.8	130729	17.4	130729

Tabella 3-2: Massimi annuali di precipitazione registrati alla stazione meteorologica di Vicenza – Sant’Agostino (fonte A.R.P.A.V.) – durate orarie

1 ora		3 ore		6 ore		12 ore		24 ore	
mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG
31.6	560731	32.2	560731	32.2	560731	42.0	560925	74.2	560925
20.0	570715	27.0	570710	43.0	571023	45.6	571022	59.4	570926
22.0	580610	37.6	580610	39.4	580610	46.0	580627	56.0	581111
31.6	590530	39.0	590530	43.6	590530	64.6	591028	82.6	591028
30.4	600720	36.0	600806	46.4	601015	54.8	601015	63.8	600310
25.6	610712	27.4	610712	27.4	610712	36.6	611112	53.2	611111
17.0	620524	29.6	621031	47.0	621031	60.2	621031	62.8	621030
31.0	630612	38.0	630612	39.4	630612	51.2	630904	55.2	630406
34.2	640815	40.8	640815	50.4	640815	55.8	641008	79.4	641008
20.4	650905	31.8	650705	36.2	650705	47.2	650704	53.4	650704
23.0	660808	38.6	660808	38.6	660808	43.2	661103	78.8	661103
80.0	670904	120.0	670904	137.0	670904	138.4	670904	143.8	670904
51.0	680802	71.2	680802	90.8	680802	91.4	680802	95.2	680802
30.0	690730	39.8	690730	46.2	690816	48.2	690816	60.0	690604
22.2	700808	26.6	700808	26.6	700808	36.6	701107	48.0	700303
21.6	710722	21.6	710722	30.6	710722	38.8	710403	56.0	711231
30.6	720728	35.4	720702	41.2	720702	44.2	720212	63.4	720212
	740101		740101		740101		740101		740101
32.6	750915	33.2	750915	33.2	750915	57.0	750915	81.0	750823
37.2	760722	42.0	760722	42.4	760722		760101	60.0	761027
14.6	770707	23.8	770409	37.2	770409	41.2	770409	55.2	770409
29.0	780907	33.0	780907	35.8	781003	48.0	781003	73.4	781003
40.2	790810	45.6	790810	45.6	790810	49.2	791115	60.0	791115
22.0	800608	48.0	800608	58.0	800608	65.0	800608	74.0	800608
22.6	810620	25.0	811026	35.8	811026	71.4	811026	104.0	811026
32.0	820907	44.0	820828	35.8	821026	71.4	821026	104.0	821026
36.2	830902	37.8	830902	39.0	830902	52.0	831222	98.0	831222
29.4	840726		840101	52.6	841003	52.6	841003	55.6	840329
20.0	850806	20.2	850303	31.0	850303	60.0	850303	90.0	850303
28.0	860823	30.2	860909	40.2	860909	63.0	860909	86.0	860131
26.0	870825	39.0	870825	64.8	870825	97.4	870825	107.8	870825
32.8	880612	33.8	881012	42.8	881012	76.8	881012	83.8	881012
31.8	890622	49.6	890622	55.0	890403	72.6	890403	102.6	890622
12.0	900407	20.0	900407	31.2	900407	46.2	900407	69.6	900407
23.0	910913	32.0	911012	47.4	911012	80.4	911011	83.6	911011
	920101		920101		920101		920101		920101
	930101		930101		930101		930101		930101
50.0	940820	65.8	940820	74.6	940820	74.6	940820	82.4	940913
22.0	950530	30.8	950530	37.4	950610	40.6	950512	63.0	950531

1 ora		3 ore		6 ore		12 ore		24 ore	
mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG
19.4	980912	25.2	981007	42.4	981007	54.8	981007	67.6	981006
27.8	990712	48.6	990712	53.8	990712	72.8	990920	76.2	990919
58.6	000611	66.8	000611	67.2	000611	70.4	000611	74.4	001102
20.4	011021	27.4	010719	37.4	010719	52.2	010719	55.0	010719
35.6	020524	40.0	020811	58.0	020811	69.6	020810	104.4	020810
13.6	030407	21.6	031127	34.8	031127	52.2	031127	81.8	031228
39.0	040914	61.4	040914	73.2	040914	78.6	040914	80.0	040914
44.6	050827	47.0	050827	50.2	050707	81.2	051106	141.4	051106
30.6	060706	42.4	060915	74.0	060915	100.8	060914	104.8	060914
44.2	070527	50.2	070527	50.2	070527	50.2	070527	62.6	070527
23.8	080606	50.8	080706	50.8	080706	58.8	080913	74.8	080913
32.4	090707	33.2	090620	37.6	090916	70.4	090916	89.8	090916
34.6	100729	50.2	100729	55.0	100924	73.0	101025	93.4	101024
27.2	110701	30.0	110701	47.0	111025	65.2	111025	80.8	111025
29.2	120919	31.0	120919	46.4	121110	90.0	121110	97.8	121110
19.6	130516	47.0	130516	83.6	130516	111.8	130516	116.0	130516

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA LOTTO FUNZIONALE II: ATTRAVERSAMENTO DI VICENZA PROGETTO PRELIMINARE					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA INOI	LOTTO 00	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 00 01 001	REV. A

Al fine di ottenere le curve di possibilità pluviometrica associate a diversi tempi di ritorno T_r , le precipitazioni registrate nella stazione di Vicenza – Sant’Agostino, sono state elaborate secondo la metodologia statistico-probabilistica di *Gumbel*.

Alle precipitazioni massime annue della durata di ore e minuti, intese come eventi estremi che costituiscono una serie di elementi tra loro indipendenti, può applicarsi la seguente descrizione statistica:

$$X(T_r) = \bar{X} + F \cdot S_X$$

essendo:

- $X(T_r)$ il valore dell’evento caratterizzato da un tempo di ritorno T_r ;
- \bar{X} il valore medio degli eventi considerati;
- F il fattore di frequenza;
- S_X lo scarto quadratico medio della variabile in esame.

Il metodo di Gumbel consiste nell’assegnare ad F l’espressione:

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

essendo:

- $Y(T_r)$ variabile ridotta, funzione del tempo di ritorno;
- \bar{Y}_N media della variabile ridotta, funzione del numero N di osservazioni;
- S_N scarto quadratico medio della variabile ridotta, funzione di N .

I valori di questi parametri sono facilmente calcolabili utilizzando le seguenti formule:

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

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

Operando la sostituzione della F si ha:

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

dove:

RELAZIONE IDROLOGICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN01	00	R.09 RI	ID 00 01 001	A	16 di 17

$\bar{X} - \frac{S_X}{S_N} \cdot Y_N$ è una quantità chiamata *moda*;

$\frac{S_X}{S_N}$ è un fattore chiamato *alfa*.

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

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

Al variare di T_r è possibile ottenere, interpolando in un piano bilogarithmico, i valori dei parametri a ed n della curva di possibilità pluviometrica.

Relativamente alla stazione di Vicenza Sant'Agostino, i valori di Tabella 3-3 riportano i coefficienti a ed n della curva di possibilità pluviometrica, rispettivamente per piogge di durata inferiore all'ora e piogge di durata oraria.

Tabella 3-3: Parametri della curva di possibilità climatica per la stazione di Vicenza Sant'Agostino

Tempo di ritorno [anni]	Parametri delle curve di possibilità pluviometrica per $t < 1$ ora		Parametri delle curve di possibilità pluviometrica per $t \geq 1$ ora	
	a	n	a	n
2	29.1	0.340	39.2	0.282
5	40.9	0.390	47.2	0.268
10	48.7	0.411	54.9	0.259
25	58.6	0.431	57.3	0.256
50	66.0	0.442	64.9	0.249
100	73.3	0.452	72.4	0.243

	TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA LOTTO FUNZIONALE II: ATTRAVERSAMENTO DI VICENZA PROGETTO PRELIMINARE					
	RELAZIONE IDROLOGICA	COMMESSA INOI	LOTTO 00	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 00 01 001	REV. A

4 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Autorità di Bacino Alto Adriatico (2013): "Relazione Tecnica di cui alla convenzione tra Regione del Veneto e Autorità di bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione (Autorità Alto Adriatico) per l'affiancamento dei soggetti attuatori nell'ambito della progettazione delle opere previste dal Piano delle azioni e degli interventi di mitigazione del rischio idraulico e geologico di cui all'ordinanza n. 3906 del 13 novembre 2010". Venezia, gennaio 2013

Gupta, V.K. , Waymire, E. and Wang, C.T. (1980): A representation of an instantaneous unit hydrograph from geomorphology, Water Resources Research, 16(5), 855-862, 1980

Hall, M.J., Zaki, A.F. and Shahin, M.M.A. (2001): Regional analysis using Geomorphoclimatic Instantaneous Unit Hydrograph, Hydrology and Earth System Sciences, 5(1), 93-102, 2001

Rodriguez-Iturbe, I., and Valdes, J.B., (1979): The geomorphologic structure of hydrologic response, Water Resources Research, 15(6), 1409-1420, 1979

Rodriguez-Iturbe, I., Sanabria, M.G. and Bras, R.L. (1982): A Geomorphoclimatic Theory of the Instantaneous Unit Hydrograph, Water Resources Research, 18(4), 877-886, 1982

Rodriguez-Iturbe, I., and Rinaldo, A., (1997): Fractal river basin, Cambridge Univ. Press, 466-524, 1997

Verri, G., Sato M. and De Prato F. (2008): Applicazione integrata di metodologie avanzate per la modellazione idrologica dell'onda di piena del Torrente Cormor, 31° Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Perugia, 2008