

Comune di Costa di Rovigo
Provincia di Rovigo

ADEGUAMENTO "REGOLAMENTO COMUNALE PER LA DIFESA E
L'ASSETTO IDRAULICO DEL TERRITORIO"
A SEGUITO DEGLI EVENTI PLUVIOMETRICI DEL 19 MAGGIO 2019

PRECIPITAZIONI INTENSE E DI BREVE DURATA
aggiornamento linee segnalatrici di possibilità pluviometrica
con riferimento all'evento del 19 maggio 2019

DICEMBRE 2019



A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Riccardo Zoppellaro".

INDICE

P.A.T.I. 2008 – LINEE SEGNALATRICI	PAG. 3
ANALISI REGIONALIZZATA 2011 – LINEE SEGNALATRICI	PAG. 5
EVENTO MAGGIO 2019 – LINEE SEGNALATRICI	PAG. 16
VALUTAZIONI CONCLUSIVE	PAG. 22

PRECIPITAZIONI INTENSE E DI BREVE DURATA aggiornamento linee segnalatrici di possibilità pluviometrica con riferimento all'evento del 19 maggio 2019

P.A.T.I. 2008 – LINEE SEGNALATRICI

Nello studio di Compatibilità Idraulica relativo al P.A.T.I. Medio Polesine (anno 2008), interessante fra gli altri il comune di Costa di Rovigo, si era fatto riferimento ai dati delle precipitazioni di breve durata e forte intensità registrate nelle vicine stazioni pluviografiche di Rovigo (Servizio Idrografico Magistrato alle Acque di Venezia, periodo 1955-1995) e di Rovigo-Concadirame (ARPAV, periodo 1989÷2007), distanti fra loro meno di 4 km.

Sono state prese in considerazione in quel frangente le precipitazioni massime annuali di durata compresa fra 15 primi e 1 ora e di durata compresa fra 1 ora e 24 ore. Nell'ipotesi di eventi governati dal caso, si era fatto riferimento nelle elaborazioni all'analisi probabilistica di Gumbel ("Extreme Value" EV1).

Ciò considerato, con riferimento ai dati registrati ai pluviografi, prendendo come base delle valutazioni precipitazioni con tempo di ritorno TR = 50 anni (D.G.R.V. 2948/2009) e TR = 20 anni, sono risultate le seguenti equazioni delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica nelle espressioni a due parametri (vedi **FIG. 1**):

$$h = a T_p^n \quad \text{ove:} \quad h = \text{altezza della precipitazione} \quad T_p = \text{relativa durata}$$

TR = 50 anni

$$T_p < 1 \text{ ora:} \quad h \text{ (mm)} = 62,31 T_p^{0,444} \quad T_p \text{ (ore)}$$

$$T_p > 1 \text{ ora:} \quad h \text{ (mm)} = 57,61 T_p^{0,224} \quad T_p \text{ (ore)}$$

TR = 20 anni

$$T_p < 1 \text{ ora:} \quad h \text{ (mm)} = 53,02 T_p^{0,437} \quad T_p \text{ (ore)}$$

$$T_p > 1 \text{ ora:} \quad h \text{ (mm)} = 49,07 T_p^{0,222} \quad T_p \text{ (ore).}$$

**PRECEDENTE STUDIO (P.A.T.I.) – LINEE SEGNALATRICI A DUE PARAMETRI
LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA**

STAZIONE: **Rovigo (Serv.Idrograf.- ARPAV)**

$$h = a T_p^n \quad h \text{ (mm)} \quad t \text{ (ore)}$$

TR = 50 anni TR = 20 anni

durata precipitazione $T_p < 1$ ora:

a_1 (mm/ore ⁿ)	62,31	53,02
n_1	0,444	0,437

durata precipitazione $T_p > 1$ ora:

a_2 (mm/ore ⁿ)	57,61	49,07
n_2	0,224	0,222

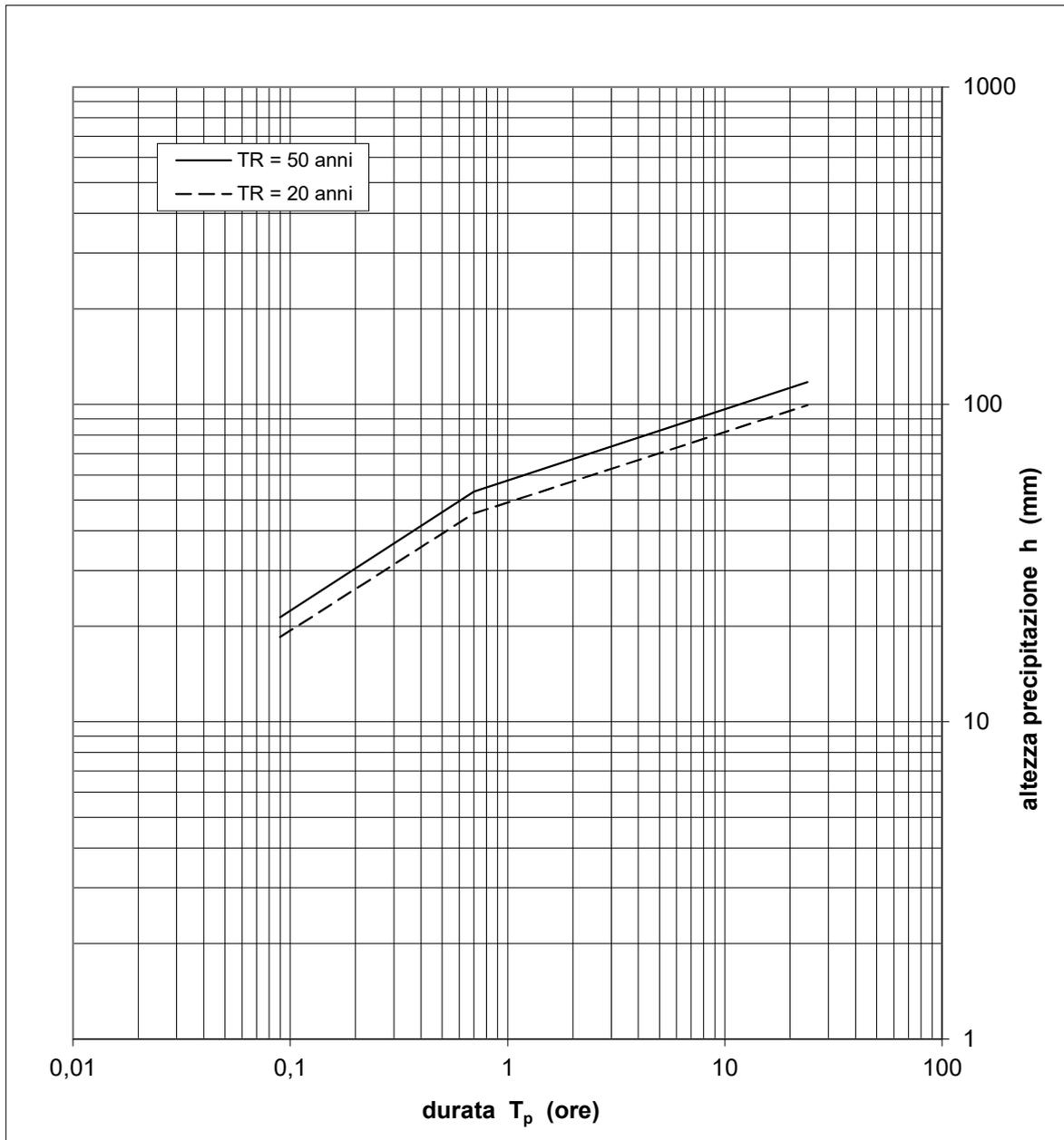


FIG. 1

ANALISI REGIONALIZZATA 2011 – LINEE SEGNALATRICI

A partire dal 2011 il Consorzio di Bonifica Adige Po (territorialmente competente) si è dotato di uno studio dal titolo “Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l’individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento”, con l’individuazione di Zone Territoriali Omogenee (Z.T.O.), ciascuna delle quali caratterizzata da curve segnalatrici di possibilità pluviometrica del tipo a tre parametri (a,b,c):

$$h = a T_p / (T_p + b)^c \quad \text{con} \quad h \text{ (mm)} \quad T_p \text{ (min)}.$$

Nello studio testè citato il comune di Costa di Rovigo rientra nella sottozona Polesine Centrale (zone territoriali omogenee Z.T.O. Medio Polesine e Santa Giustina (*) - vedi FIG. 2 e tabella di pagina seguente), contraddistinta dai seguenti valori dei parametri (vedi FIG. 3):

TR = 50 anni:	a = 41,7	b = 18,6	c = 0,829
TR = 20 anni:	a = 35,6	b = 16,0	c = 0,841.

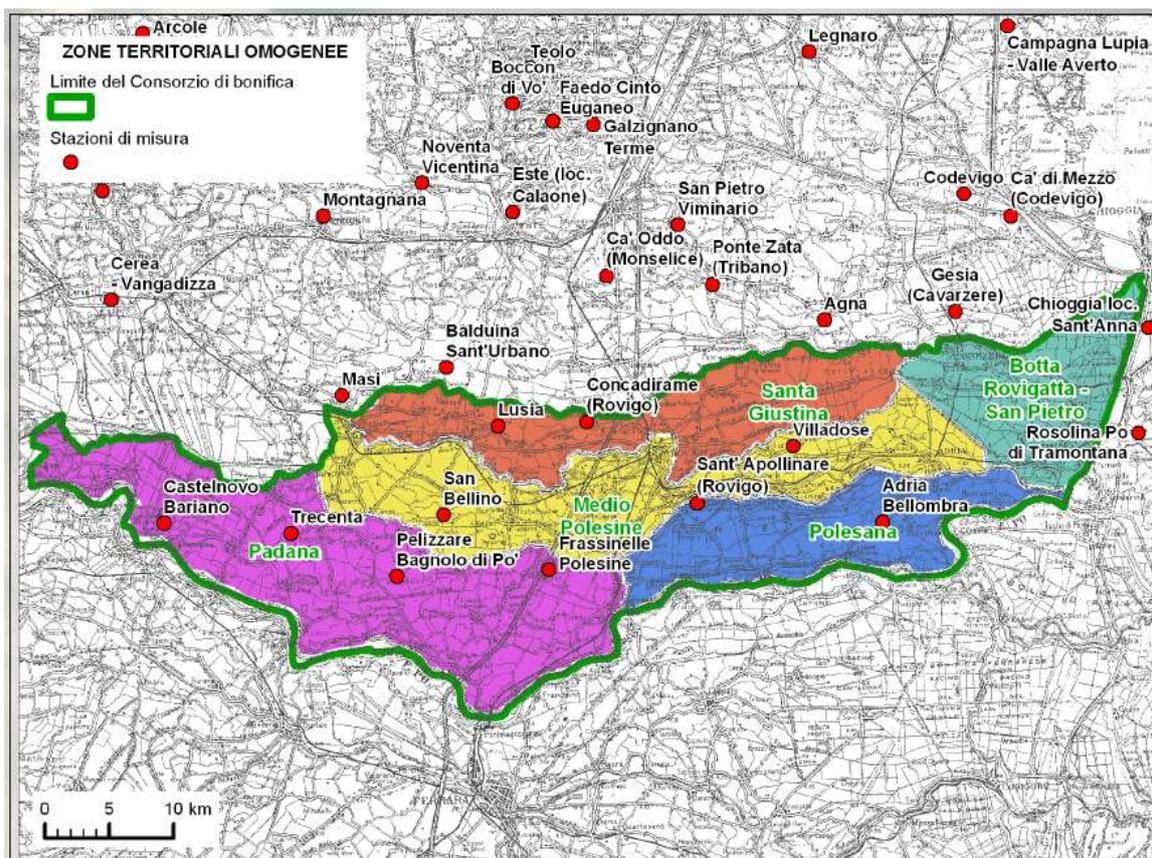


FIG. 2

(*) il canale Adigetto separa le Z.T.O. Medio Polesine e Santa Giustina

PRESENTE STUDIO - ANALISI REGIONALIZZATA PRECIPITAZIONI (2011) CURVE SEGNALATRICI A 3 PARAMETRI

calcolo dei parametri a , b e c della curva segnalatrice $h = \frac{a}{(t+b)^c} t$, valida per durate tra 5 minuti e 24 ore (ma estrapolabile fino a circa 48 ore), nella quale t va espresso in minuti e il risultato è restituito in millimetri;

A2-2.7.2 Sottozona Polesine Centrale

Zone Territoriali Omogenee: Santa Giustina, Medio Polesine, Polesana.

Grandezze indice:

Durata (min)	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
h	8.731	14.724	18.689	25.841	29.572	31.835	40.655	47.391	53.984	62.358

Valori attesi di precipitazione:

T (anni)	durata (min)									
	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
2	8.4	14.1	17.9	24.4	27.4	29.2	36.2	41.7	47.9	55.3
5	10.8	18.3	23.2	32.4	37.4	40.3	50.4	58.1	66.5	77.3
10	12.3	20.9	26.6	37.7	44.3	48.4	61.6	71.6	81.4	94.9
20	13.6	23.2	29.6	42.7	51.1	56.7	74.0	86.8	98.0	114.4
30	14.3	24.5	31.4	45.6	55.2	61.8	81.9	96.9	108.7	126.9
50	15.2	26.1	33.4	49.2	60.3	68.4	92.7	110.8	123.4	144.1
100	16.4	28.2	36.2	54.0	67.4	77.8	109.0	132.5	146.0	170.2
200	17.5	30.1	38.8	58.7	74.7	87.9	127.6	157.8	171.9	200.2

Parametri della curva segnalatrice:

T	a	b	c
2	19.1	11.2	0.858
5	26.4	13.0	0.856
10	31.1	14.4	0.849
20	35.6	16.0	0.841
30	38.2	17.0	0.836
50	41.7	18.6	0.829
100	46.8	21.1	0.820
200	52.7	24.3	0.813

LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

ANALISI REGIONALIZZATA PRECIPITAZIONI (2011)

Sottozona POLESINE CENTRALE

	a	b	c	
TR = 50 anni	41,7	18,6	0,829	$h = a T_p / (T_p + b)^c$
TR = 20 anni	35,6	16	0,841	h (mm) T _p (min)

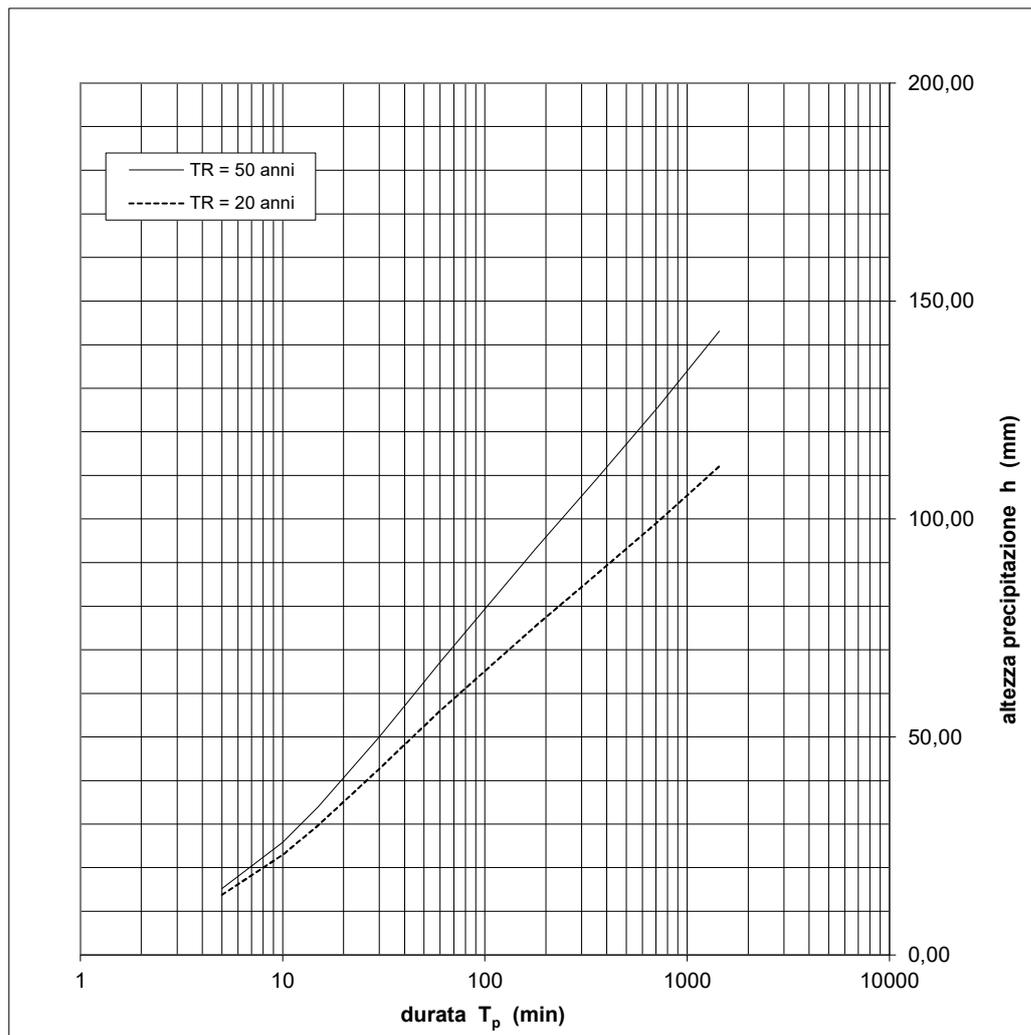


FIG. 3

La FIG. 4 riporta il raffronto fra i dati relativi all'analisi regionalizzata 2011 (curva a tre parametri) e i dati relativi al PATI 2008 (linee a due parametri). Per l'analisi regionalizzata risultano altezze delle precipitazione maggiori (relativamente a durate di pioggia superiori a 0,25 ore = 15 minuti).

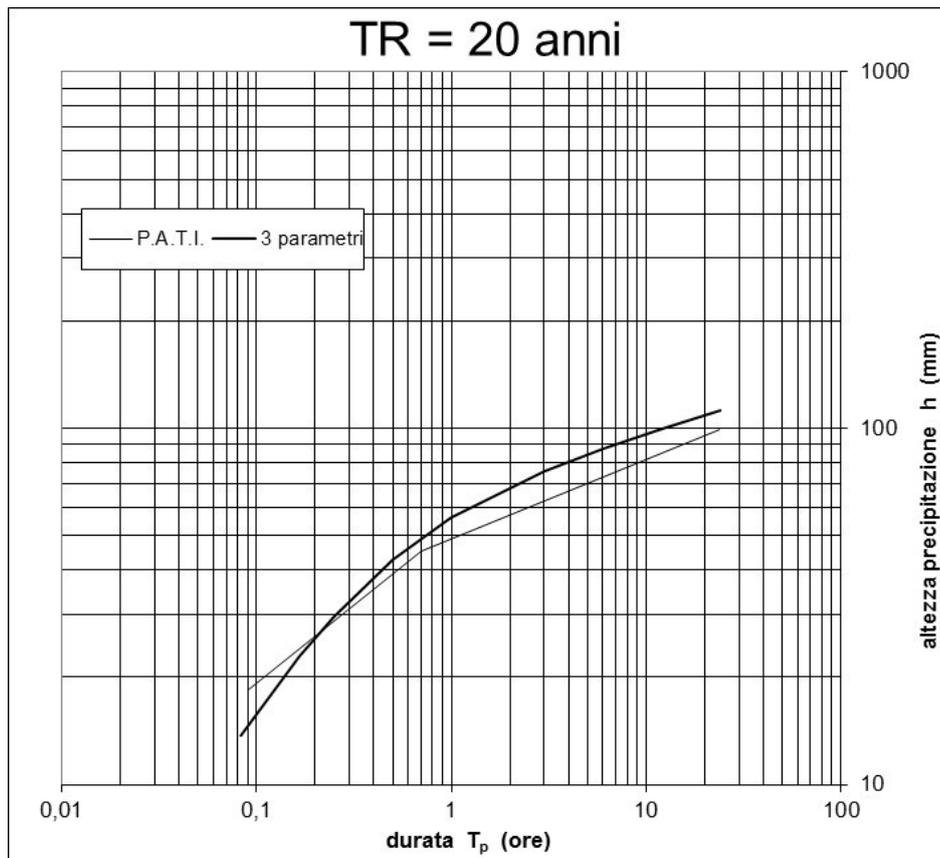
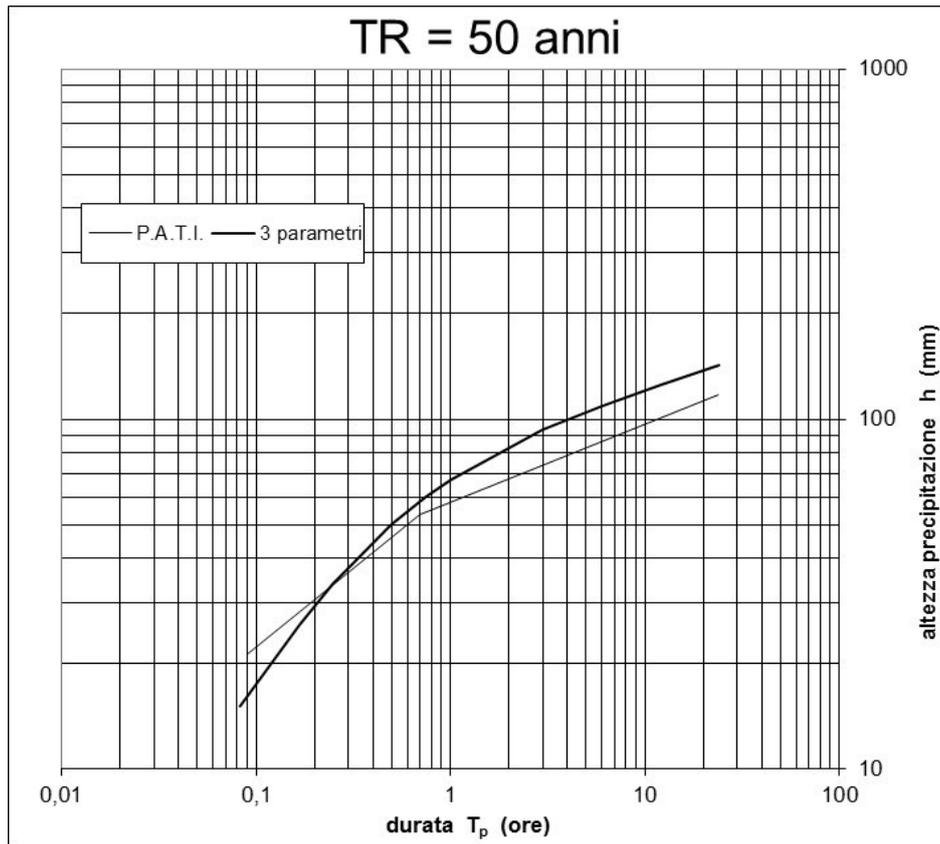


FIG. 4

Per le elaborazioni successive risulta utile adattare le funzioni di possibilità pluviometrica del tipo a tre parametri (relative all'analisi regionalizzata) trasformandole in funzioni a due parametri. Si vedano a tal proposito le rappresentazioni di **FIGG. 5.a-5.b-5.c-5.d**, previa elaborazione dei dati contenuti nella tabella seguente.

A2-2.7.2 Sottozona Polesine Centrale

Zone Territoriali Omogenee: Santa Giustina, Medio Polesine, Polesana.

Grandezze indice:

Durata (min)	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
h	8.731	14.724	18.689	25.841	29.572	31.835	40.655	47.391	53.984	62.358

Valori attesi di precipitazione:

T (anni)	durata (min)									
	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
2	8.4	14.1	17.9	24.4	27.4	29.2	36.2	41.7	47.9	55.3
5	10.8	18.3	23.2	32.4	37.4	40.3	50.4	58.1	66.5	77.3
10	12.3	20.9	26.6	37.7	44.3	48.4	61.6	71.6	81.4	94.9
20	13.6	23.2	29.6	42.7	51.1	56.7	74.0	86.8	98.0	114.4
30	14.3	24.5	31.4	45.6	55.2	61.8	81.9	96.9	108.7	126.9
50	15.2	26.1	33.4	49.2	60.3	68.4	92.7	110.8	123.4	144.1
100	16.4	28.2	36.2	54.0	67.4	77.8	109.0	132.5	146.0	170.2
200	17.5	30.1	38.8	58.7	74.7	87.9	127.6	157.8	171.9	200.2

Dalla regolarizzazione si ottengono le seguenti equazioni (vedi **FIG. 6**):

TR = 50 anni

$$T_p < 1 \text{ ora: } h \text{ (mm)} = 72,17 T_p^{0,596} \quad T_p \text{ (ore)}$$

$$T_p > 1 \text{ ora: } h \text{ (mm)} = 70,36 T_p^{0,232} \quad T_p \text{ (ore)}$$

TR = 20 anni

$$T_p < 1 \text{ ora: } h \text{ (mm)} = 60,66 T_p^{0,567} \quad T_p \text{ (ore)}$$

$$T_p > 1 \text{ ora: } h \text{ (mm)} = 57,51 T_p^{0,219} \quad T_p \text{ (ore)}$$

ove: h = altezza della precipitazione T_p = relativa durata.

Nella figura successiva (**FIG. 7**) si registra l'ottimo adattamento delle funzioni a 2 parametri trasformate partendo dalle funzioni a 3 parametri.

LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

ANALISI REGIONALIZZATA - trasformazione da 3 a 2 parametri

$$h = a T_p^n \quad h \text{ (mm)} \quad t \text{ (ore)}$$

TR = 50 anni TR = 20 anni

durata precipitazione $T_p < 1$ ora:

a_1 (mm/ore ⁿ)	72,17	60,66
n_1	0,596	0,567

durata precipitazione $T_p > 1$ ora:

a_2 (mm/ore ⁿ)	70,36	57,51
n_2	0,232	0,219

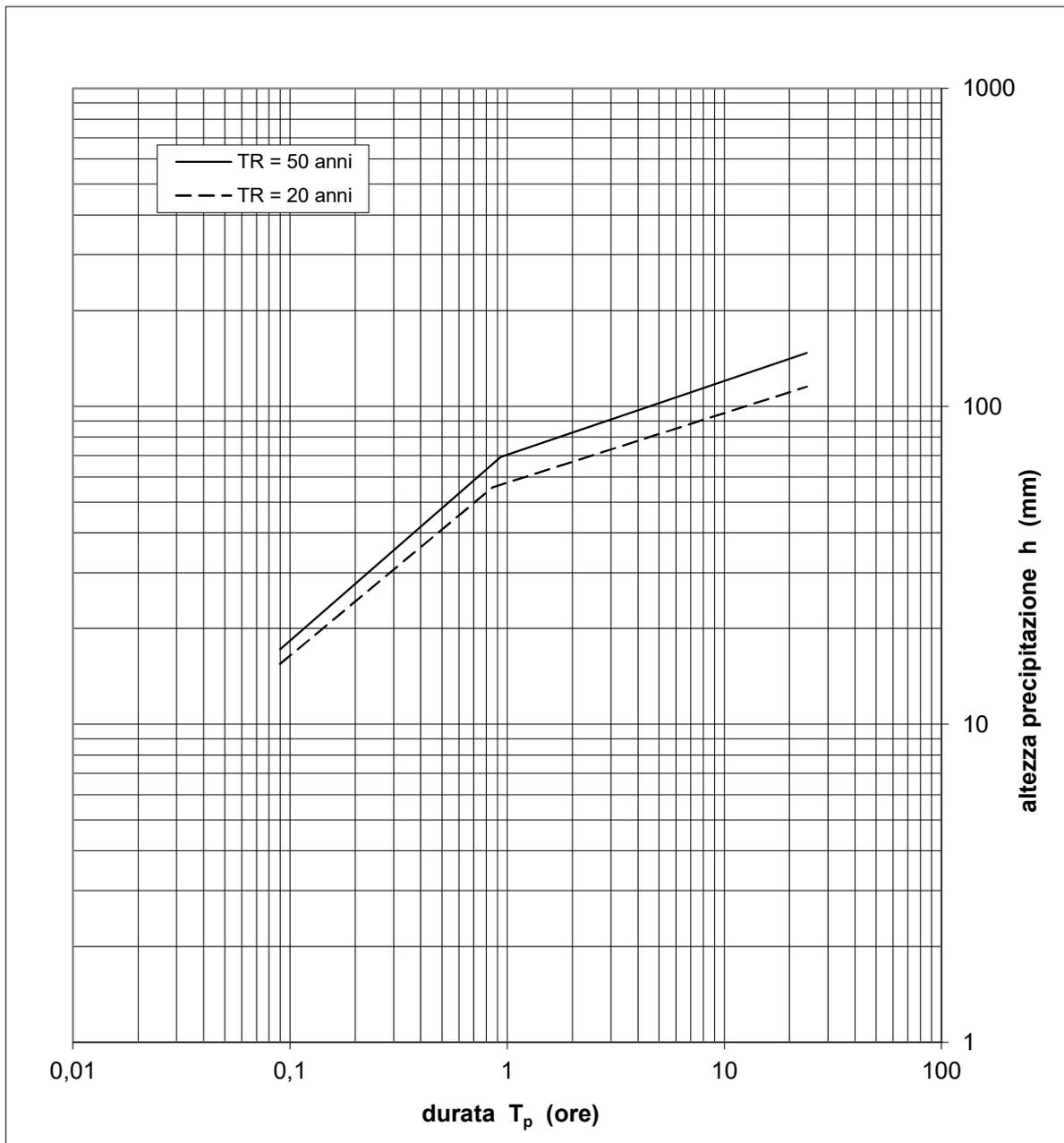


FIG. 6

PRESENTE STUDIO - ANALISI REGIONALIZZATA PRECIPITAZIONI (2011)
TRASFORMAZIONE CURVE SEGNALATRICI DA 3 A 2 PARAMETRI

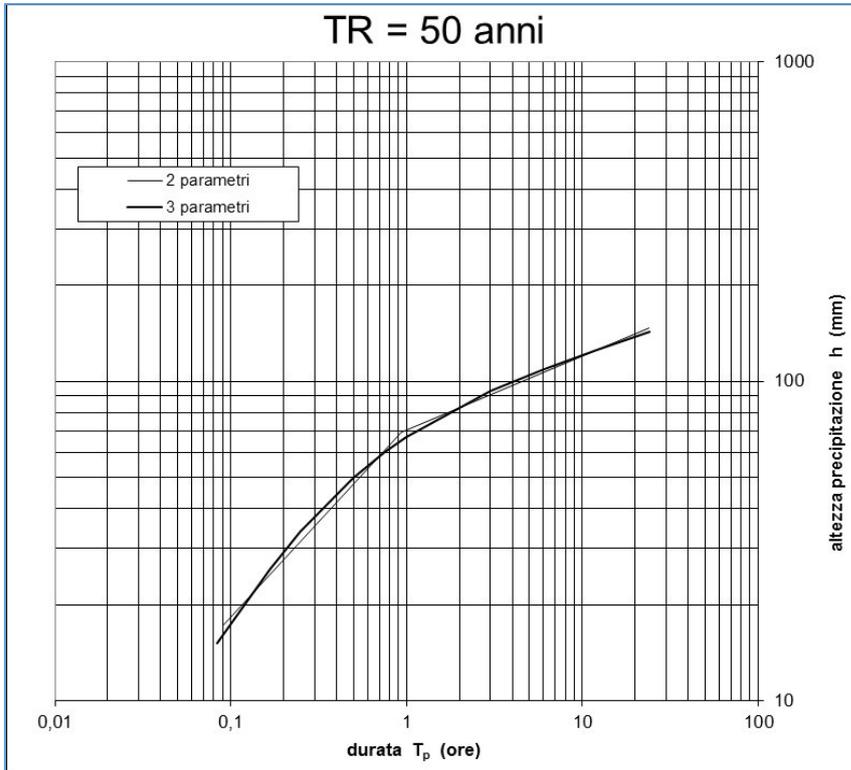
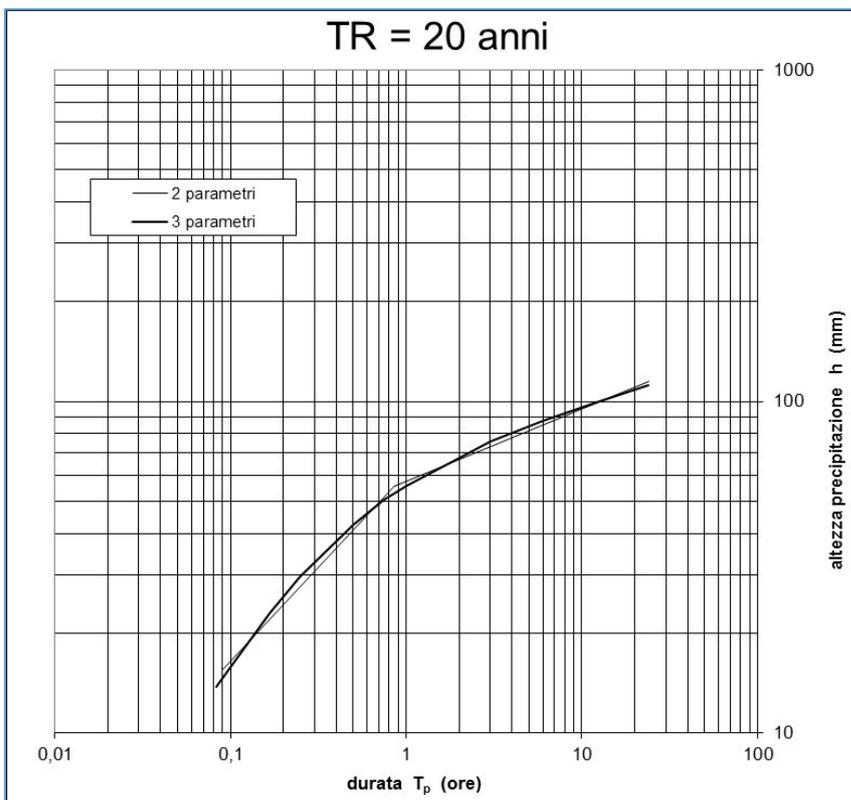


FIG. 7



EVENTO MAGGIO 2019 – LINEE SEGNALATRICI

Con riferimento al documento “Analisi degli eventi precipitativi del 19 maggio 2019 nei comuni di Costa di Rovigo, Villanova del Ghebbo, Lendinara, Lusia e Rovigo” del Consorzio di Bonifica Adige Po di Rovigo, risultano per dette località i valori massimi delle precipitazioni riportati nelle tabelle che seguono, relativamente a durate variabili da 10 minuti primi a 24 ore.

Località	Massimi precipitativi		
	Periodo	Cumulata	Tempo di ritorno
Costa di Rovigo 45.052 N, 11.697 E	10 minuti	10.6 mm	< 2 anni
	20 minuti	19.0 mm	-
	30 minuti	27.7 mm	2-5 anni
	1 ora	54.2 mm	10-20 anni
	2 ore	75.9 mm	-
	3 ore	105.9 mm	50-100 anni
	6 ore	132.7 mm	100 anni
	12 ore	145.0 mm	50-100 anni
	TOTALE	148.0 mm	-

Costa di Rovigo 45,052 N, 11,697 E - 19 maggio 2019

Località	Massimi precipitativi		
	Periodo	Cumulata	Tempo di ritorno
Villanova del Ghebbo 45.061 N, 11.659 E	10 minuti	9.1 mm	< 2 anni
	20 minuti	17.1 mm	-
	30 minuti	25.1 mm	2-5 anni
	1 ora	47.7 mm	5-10 anni
	2 ore	80.3 mm	-
	3 ore	107.7 mm	50-100 anni
	6 ore	135.4 mm	100-200 anni
	12 ore	148.1 mm	100-200 anni
	TOTALE	159.2 mm	-

Villanova del Ghebbo 45,061 N, 11,659 E - 19 maggio 2019

Località	Massimi precipitativi		
	Periodo	Cumulata	Tempo di ritorno
Lendinara 45.083 N, 11.631 E	10 minuti	7.2 mm	< 2 anni
	20 minuti	12.8 mm	-
	30 minuti	16.7 mm	< 2 anni
	1 ora	27.7 mm	2-5 anni
	2 ore	51.3 mm	-
	3 ore	69.9 mm	10-20 anni
	6 ore	93.0 mm	20-30 anni
	12 ore	105.4 mm	20-30 anni
	TOTALE	118.0 mm	-

Lendinara 45,054 N, 11,643 E - 19 maggio 2019

Località	Massimi precipitativi		
	Periodo	Cumulata	Tempo di ritorno
Lusia 45.104 N, 11.646 E	10 minuti	8.7 mm	< 2 anni
	20 minuti	17.4 mm	-
	30 minuti	26.0 mm	2-5 anni
	1 ora	47.3 mm	10-20 anni
	2 ore	69.1 mm	-
	3 ore	90.5 mm	30-50 anni
	6 ore	112.4 mm	50-100 anni
	12 ore	122.2 mm	30-50 anni
	TOTALE	124.4 mm	-

Lusia 45,104 N, 11,646 E - 19 maggio 2019

Località	Massimi precipitativi		
	Periodo	Cumulata	Tempo di ritorno
Rovigo 45.072 N, 11.688 E	10 minuti	10.1 mm	< 2 anni
	20 minuti	17.9 mm	-
	30 minuti	23.4 mm	< 2 anni
	1 ora	37.4 mm	2-5 anni
	2 ore	54.9 mm	-
	3 ore	86.8 mm	30-50 anni
	6 ore	102.8 mm	30-50 anni
	12 ore	108.7 mm	30 anni
	TOTALE	110.9 mm	-

Rovigo 45,072 N, 11,688 E - 19 maggio 2019

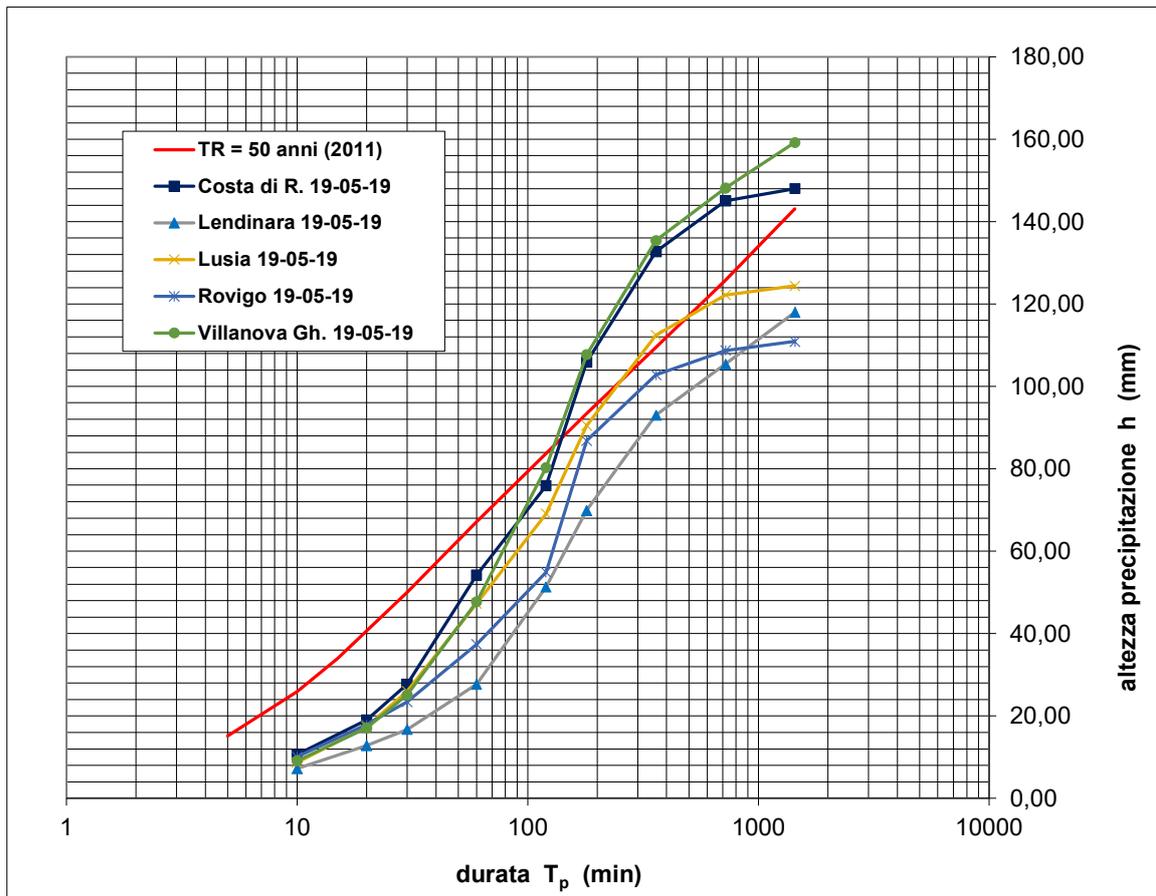


FIG. 8

Dal raffronto di **FIG. 8** si rileva che le situazioni più critiche hanno interessato Villanova del Ghebbo e Costa di Rovigo, con valori leggermente superiori per Villanova del Ghebbo. I valori massimi registrati durante l'evento sono riportati nella tabella seguente.

Villanova del Ghebbo (19 maggio 2019) – valori massimi

T_p (min)	T_p (ore)	h (mm)
10	0,166666667	10,6
20	0,333333333	19
30	0,5	27,7
60	1	54,2
120	2	80,3
180	3	107,7
360	6	135,4
720	12	148,1
1440	24	159,2

Tali valori massimi risultano inoltre superiori rispetto ai corrispondenti valori derivanti dall'analisi regionalizzata 2011 (tempi di ritorno TR = 50 anni), relativamente a durate di precipitazione maggiori di 120 minuti primi. Per durate minori delle 2 ore i valori registrati il 19 maggio risultano sempre inferiori ai corrispondenti valori dell'analisi regionalizzata (TR = 50 anni).

Tutto ciò premesso, per durate di precipitazione superiori alle 2 ore si è proceduto all'elaborazione dei dati relativi a Villanova del Ghebbo del 19 maggio (primi casi critici), pervenendo ai risultati riportati in **FIG. 9**.

Per durate inferiori si fa riferimento ai dati derivanti dall'analisi regionalizzata 2011 per tempi di ritorno TR = 50 anni (vedi tabella seguente) e rappresentazione di **FIG. 10**.

A2-2.7.2 Sottozona Polesine Centrale

Zone Territoriali Omogenee: Santa Giustina, Medio Polesine, Polesana.

Grandezze indice:

Durata (min)	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
h	8.731	14.724	18.689	25.841	29.572	31.835	40.655	47.391	53.984	62.358

Valori attesi di precipitazione:

T (anni)	durata (min)									
	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
2	8.4	14.1	17.9	24.4	27.4	29.2	36.2	41.7	47.9	55.3
5	10.8	18.3	23.2	32.4	37.4	40.3	50.4	58.1	66.5	77.3
10	12.3	20.9	26.6	37.7	44.3	48.4	61.6	71.6	81.4	94.9
20	13.6	23.2	29.6	42.7	51.1	56.7	74.0	86.8	98.0	114.4
30	14.3	24.5	31.4	45.6	55.2	61.8	81.9	96.9	108.7	126.9
50	15.2	26.1	33.4	49.2	60.3	68.4	92.7	110.8	123.4	144.1
100	16.4	28.2	36.2	54.0	67.4	77.8	109.0	132.5	146.0	170.2
200	17.5	30.1	38.8	58.7	74.7	87.9	127.6	157.8	171.9	200.2

E' da notare che i valori registrati per Villanova del Ghebbo durante l'evento del 19 maggio 2019 corrispondono a tempi di ritorno molto elevati, dell'ordine di 100-200 anni, per durate di precipitazione superiori alle 2 ore (vedi tabelle riportate in precedenza).

VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Con riferimento ai risultati descritti in precedenza, per durate di precipitazione superiori alle 2 ore i valori massimi registrati il 19 maggio 2019 (Villanova del Ghebbo) superano abbondantemente i valori derivanti dall'analisi regionalizzata 2011 per tempi di ritorno TR = 50 anni, valori utilizzati per le valutazioni di compatibilità idraulica di cui alla Deliberazione regionale del Veneto n. 2948/2009 (vedi **FIG. 11**). I dati dell'evento in esame, si ricorda, corrispondono a valori molto elevati del tempo di ritorno, dell'ordine di 100-200 anni. Per durate inferiori alle 2 ore invece prevalgono invece le altezze di precipitazione relative all'analisi regionalizzata 2011.

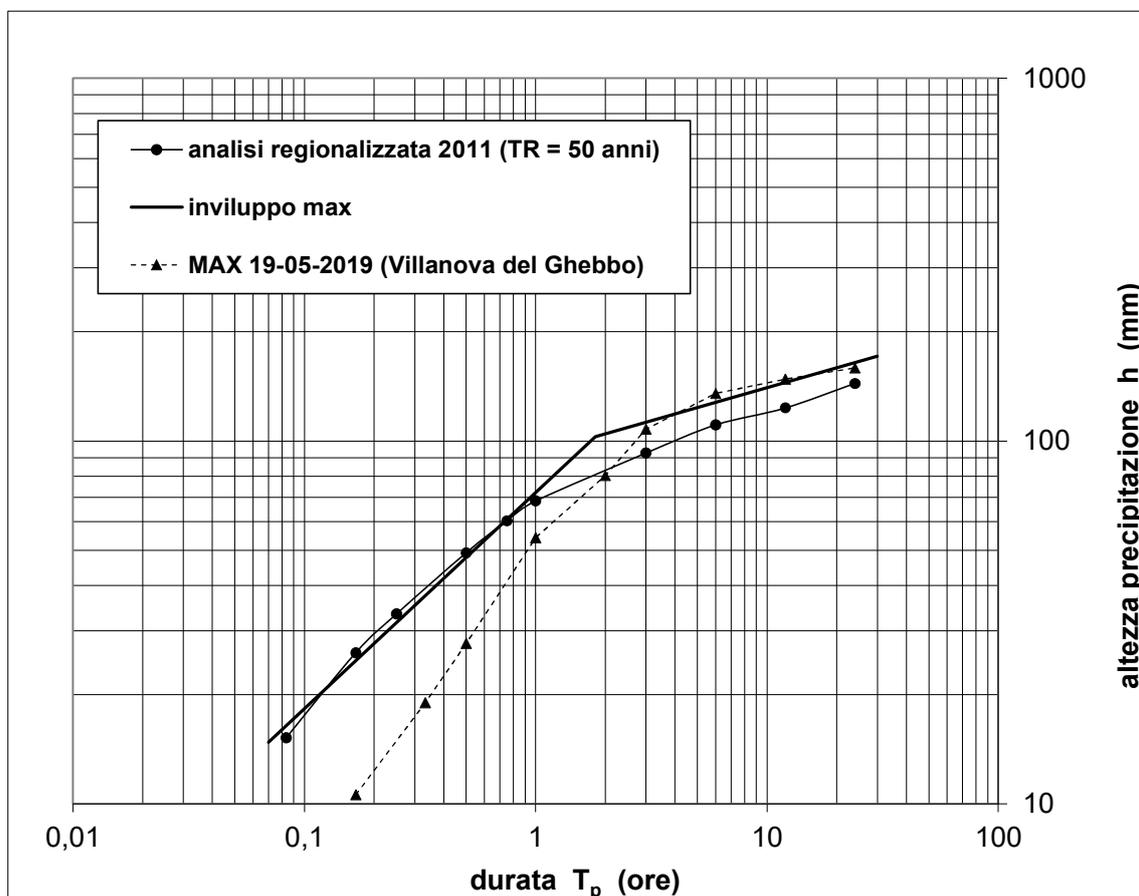


FIG.11

Tutto ciò premesso, con riferimento al massimo involuppo delle altezze di pioggia, risultano le seguenti equazioni delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica nelle espressioni a due parametri (vedi **FIG. 12**).

$$T_p < 1 \text{ ora:} \quad h \text{ (mm)} = 72,17 T_p^{0,596} \quad T_p \text{ (ore)}$$

$$T_p > 1 \text{ ora:} \quad h \text{ (mm)} = 92,26 T_p^{0,182} \quad T_p \text{ (ore)}$$

ove: h = altezza della precipitazione T_p = relativa durata.

Nella **FIG. 13** vengono infine rappresentate le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica relative alle tre situazioni:

- 1) PATI 2008 (TR = 50 anni)
- 2) analisi regionalizzata delle precipitazioni 2011 (TR = 50 anni)
- 3) evento del 19 maggio 2019.

LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

$$h = a T_p^n \quad h \text{ (mm)} \quad T_p \text{ (ore)}$$

involuppo max

durata precipitazione $T_p < 1$ ora:

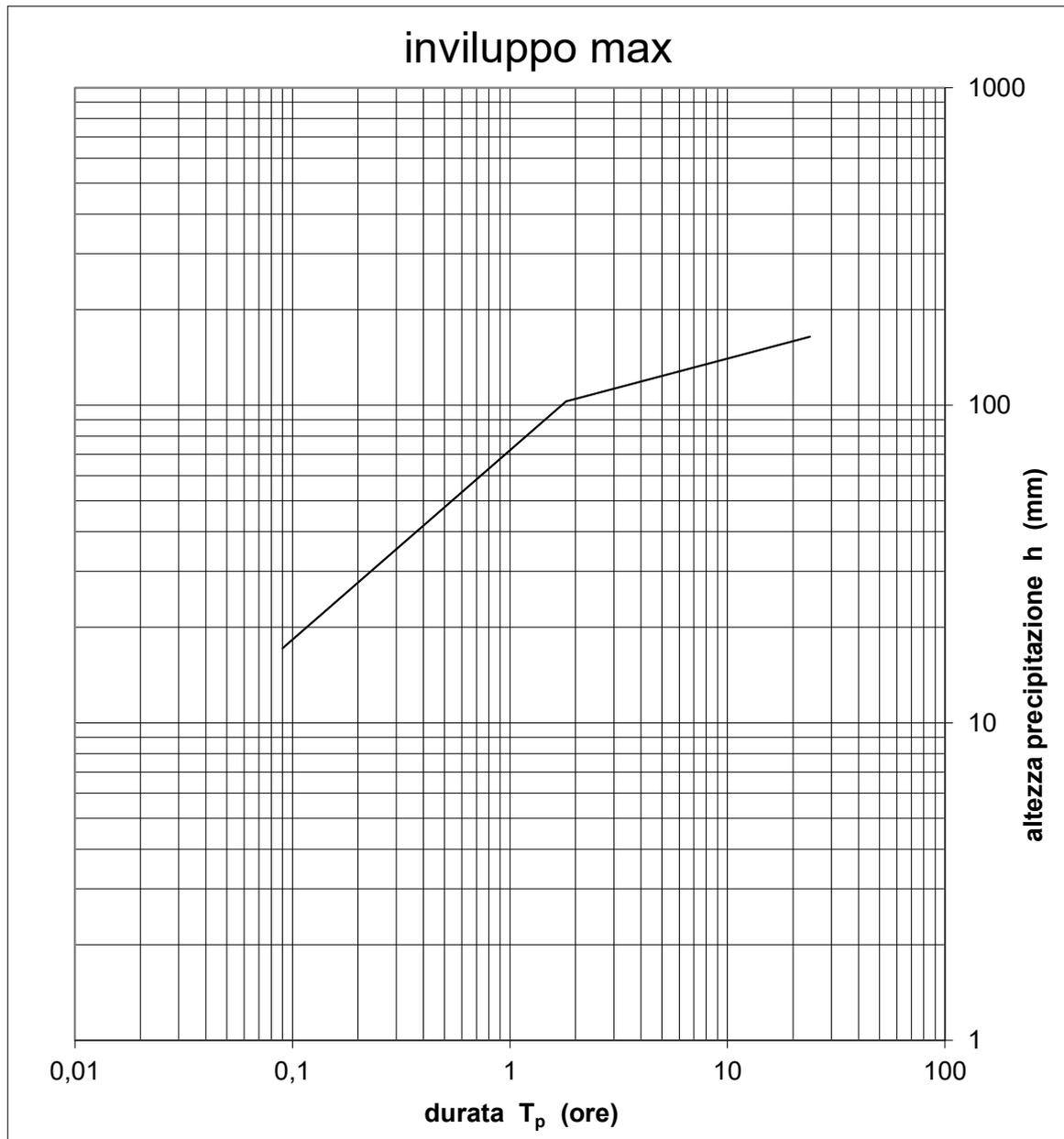
a_1 (mm/oreⁿ) **72,17**

n_1 **0,596**

durata precipitazione $T_p > 1$ ora:

a_2 (mm/oreⁿ) **92,26**

n_2 **0,182**



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

FIG.12

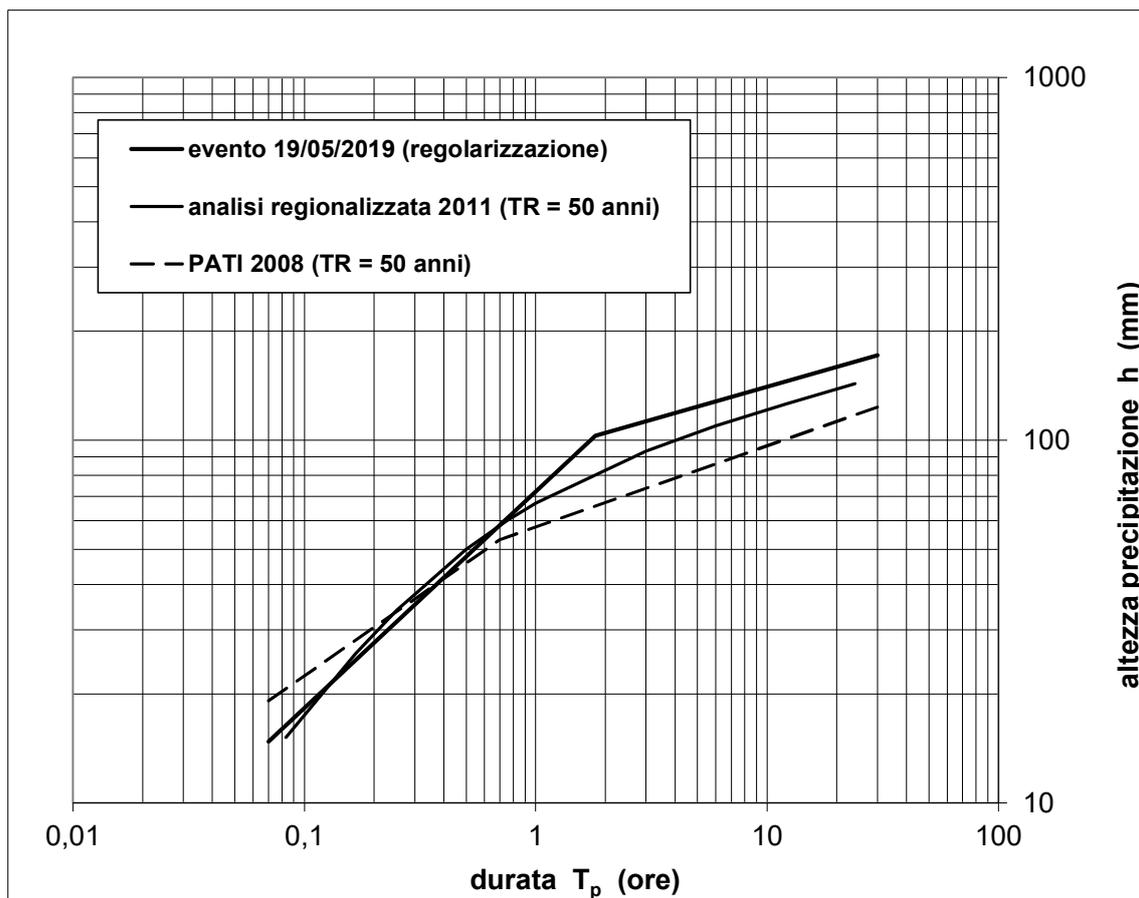


FIG.13