



COMMISSARIO DELEGATO PER L'EMERGENZA
DETERMINATASI NEL SETTORE DEL TRAFFICO E DELLA MOBILITÀ NEL
TERRITORIO DELLE PROVINCE DI TREVISO E VICENZA

SUPERSTRADA A PEDAGGIO PEDEMONTANA VENETA

CONCESSIONARIO

PROGETTISTA



SPV srl
Via Inverio, 24/A
10146 Torino



Consorzio Stabile fra le Imprese:



SJS SpA
Via Inverio, 24/A
10146 TORINO
Sacyr Construction S.A. S.A. ING SpA SIPAL SpA ITINERE S.p.A. S.p.A.
P.I. 02081810013 - P. IVA 02081810013 - C.F. 02081810013



SIPAL
Your global engineering partner



SIPAL S.p.A.
Via Inverio, 24/A
10146 Torino

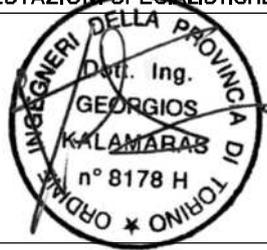
SIPAL S.p.A.
SOCIETÀ DI INGEGNERIA
PER ASSISTENZA LOGISTICA
VIA INVERIO N. 24/A
10146 TORINO

RESPONSABILE PROGETTAZIONE



**ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI CUNEO**
1211 Dott. Ing. *Claudio Dogliani*

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE



SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE DELL'INFRASTRUTTURA E DELLE OPERE CIVILI



COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE



GEOLOGO



N. Progr. _____
Cartella N. _____

PROGETTO DEFINITIVO
(C.U.P. H51B03000050009)

LOTTO 3 - TRATTA "C"
dal Km. 74+075 al Km 75+625

TITOLO ELABORATO:

**DOCUMENTAZIONE GENERALE
IDROLOGIA E IDRAULICA**

Relazione idrologica

P V D I D A P G E 3 C 0 0 0 - 0 0 1 0 0 0 1 R A 0

SCALA:

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
0	PRIMA EMISSIONE	I.C.Srl	24/03/2014	SIPAL	26/03/2014	SIS	28/03/2014

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Giuseppe FASIOL

IL COMMISSARIO:

Ing. Silvano VERNIZZI

VALIDAZIONE:

PROTOCOLLO : _____

DEL: _____

INDICE

1. PREMESSA	2
1.1 Il progetto preliminare	2
2. ANALISI IDROLOGICA	4
2.1 Inquadramento territoriale	4
3. ANALISI DEL REGIME DELLE PRECIPITAZIONI	5
3.1 Dati di precipitazione	6
3.2 Elaborazione dei dati pluviometrici	15
3.2.1 Analisi degli scrosci	15
3.2.2 Analisi delle piogge orarie	24

1. PREMESSA

1.1 Il progetto preliminare

In ottemperanza alle prescrizioni che definiscono per la progettazione delle opere pubbliche i contenuti dei vari step progettuali, l'idrologia è elemento fondamentale del progetto preliminare poiché è proprio in questa sede che vengono analizzate e calcolate le principali grandezze dimensionanti le opere dal punto di vista idraulico e di sicurezza del territorio.

Anche il progetto della Nuova Superstrada Pedemontana Veneta non fa eccezione e presenta nel progetto preliminare una ponderosa relazione idraulica (elaborato PP.02.ID1.01) in cui vengono analizzati nel dettaglio tutti i principali corsi d'acqua e la situazione di pericolosità idraulica del territorio.

Il tempo di ritorno adottato nel progetto preliminare è stato pari a 100 anni e quindi tutte le portate e i modelli di verifica sono stati dettagliati per questo valore statistico.

Nella fase di approvazione il CIPE ha prescritto, tra le altre note, di portare il tempo di ritorno di progetto dell'intera opera nei riguardi dei corsi d'acqua interferiti ad un valore di maggiore cautela e pari a 200 anni.

Per tale motivo i valori calcolati nel progetto preliminare vanno adeguatamente aumentati al maggior tempo di ritorno di progetto: per fare questo non essendo specificati per molti corsi d'acqua i modelli di calcolo il passaggio al tempo di ritorno superiore può essere fatto in forma semplificata ma non approssimativa mediante vari sistemi a seconda del livello di informazione disponibile.

Si richiamano di seguito le informazioni sinteticamente desumibili dal progetto preliminare.

Nella tabella seguente sono riportati in estrema sintesi i dati di progetto.

E' fondamentale richiamare alcuni degli elementi salienti espressi nel progetto preliminare in particolare:

- pag. 6: “Alla luce dei risultati ottenuti mediante lo studio idraulico, appare certamente giustificato il provvedimento di adottare soluzioni in rilevato [omissis] 1-1.5 m sopra il piano campagna ed avendo cura di rendere i rilevati stradali permeabili alle acque attraverso la realizzazione di fossi di guardia e di adeguati tombotti [omissis]
- pag. 26: “le *potenziali esondazioni* possono essere sensibilmente ridotte, fermo restando la considerazione che qualora esse si verificassero [omissis] coinvolgerebbero altezze d'acqua modeste e rimarrebbero dei fenomeni puramente locali. Gli unici di una qualche importanza e che non possono sicuramente venire sottovalutati sono quelli del T. Giavera.”

- pag. 101: “Tra l’altro è stata verificata la validità tecnica della soluzione in trincea con accoppiamento di un canale di gronda ed, eventualmente, di un piccolo arginello in terra a protezione della scarpata.”

CORSO D'ACQUA	S	L	i	H _m	H _{sbocco}	T _c	Q _{max}	Q ₁₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀			
	km ²	km	%	m s.l.m.	m s.l.m.	h	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s			
torrente Poscola	33.36	16.8		247	72	4.56					dati bacino chiuso alla confluenza con il Guà (Montecchio)		
torrente Igna													
torrente Astico	600 ⁽¹⁾	78 ⁽¹⁾	18 ⁽¹⁾								(1) dati fiume Astico Tesina (sup. bacino chiuso a Meda)		
											590 ⁽²⁾ (2) bacino chiuso a Meda		
											610 ⁽³⁾ (3) bacino chiuso a Sarcedo		
											620 ⁽⁴⁾ (4) bacino chiuso a Poianella		
							700 ⁽⁵⁾				(5) bacino chiuso a Meda - evento novembre 1966		
							400 ⁽⁶⁾				(6) bacino chiuso a Velo d'Astico - evento ottobre 1992		
torrente Chiavon										59	fiume pensile - ricalibratura anni 90 - franco arginale 1.00 m durante le piene secondo intervistati		
roggia loc. Pagliaron										12	fiume pensile		
torrente Riale										118	fiume pensile - sezioni insufficienti per portate di piena - irregolarità planimetrica - possibilità di realizzazione casse espansione previo abbassamento terreni e depensilizzazione		
torrente Laverda										7	T. Ghebo - sezioni dimensionate per tempi ritorno bonifica - notevole apporto materiale solido - pensile		
torrente Ghebbone	30.56	14.2		113	50	6.84				2			
torrente Pozzo										5	sezioni dimensionate per tempi ritorno bonifica - notevole apporto materiale solido - pensile		
rio del Ponterone										75			
torrente Longhella										60			
torrente Silan										46	Portata massima derivabile		
roggia Brentella										1680 ⁽¹⁾	2200 ⁽¹⁾	2430 ⁽¹⁾ bacino chiuso a Bassano - T _{p critico} = 21 h	
fiume Brenta							2800 ⁽²⁾						(2) bacino chiuso a Bassano - evento novembre 1966
							700 ⁽³⁾						(3) bacino chiuso a Bassano - evento ottobre 1992
roggia Bernarda Munara													funzione pluviometrica - periodo critico: estate
roggia Dolfina	15.75	20		74	45.5	10.7							Dolfina-Cappella - bacino chiuso a Galliera Veneta - funzione pluviometrica - periodo critico: estate
roggia Rosà	28.16	13.1		108	79	9.5				11			Rosà-Balbi - bacino chiuso a Bessica - funzione pluviometrica -
rio Voloncello													
roggia Roston													
torrente Giarone/Brentone	59.4	22.1		108	45	10.1							Brenton - bacino chiuso a Castelfranco Veneto
torrente Giarone/Brentone													
rosta Volone??													
torrente Iassa													
torrente Lastego	19.15	17.8		650	74	2.3							38 bacino chiuso a Spineda
torrente Musone								80	105	115			Muson dei Sassi - bacino chiuso a Castelfranco - T _{p critico} = 21 h - franco annullato per Q = 80 m ³ /s
fosso Avenale								20 ⁽¹⁾	26 ⁽¹⁾	29 ⁽¹⁾			(1) bacino chiuso a Castelfranco - T _{p critico} = 21 h - regolato da due manufatti: uno a sud est di Castelfranco (verso roggia Musonello e rio Musoncello) ed uno nei pressi della stazione
	11 ⁽²⁾												(2) bacino chiuso all'interserzione con la Pedemontana - netta insufficienza delle sezioni: franco annullato per Q = 10 m ³ /s
	37.69 (97.09) ⁽³⁾	15.2 (17.7) ⁽³⁾		73 (94.4) ⁽³⁾	42 (42) ⁽³⁾	10.6 (11.4) ⁽³⁾							(3) bacino chiuso a Castelfranco Veneto - dati parziali e (progressivi)
fosso Brentone	60												insufficienze idrauliche
fosso loc. molino della Zanna													capacità di portata massima = 3 m ³ /s
canale di Vedelago													(1) dati bacino chiuso a Lonigo
torrente Agno-Guà	450 ⁽¹⁾	48 ⁽¹⁾											(2) bacino chiuso ai sifoni di Cal di Guà - contributo specifico 2-
	200 ⁽²⁾						400-450 ⁽²⁾						
								205 ⁽³⁾	300 ⁽³⁾	450 ⁽³⁾			(3) bacino chiuso a Cologna Veneta - T _{p critico} = 15 h
							325 ⁽⁴⁾						(4) bacino chiuso a Cologna Veneta - evento novembre 1966
							293 ⁽⁵⁾						(5) bacino chiuso a Cologna Veneta - evento ottobre 1992
							450 - 315 ⁽⁶⁾						(6) bacino chiuso a Montebello - evento novembre 1966 -
							415 - 270 ⁽⁷⁾						(7) bacino chiuso a Montebello - evento ottobre 1992 -
	130 ⁽⁸⁾												(8) bacino chiuso a Trissino

Tabella 1: riassunto dei dati presenti nel progetto preliminare (relazione idraulica elaborato PP.02.ID1.01)

2. ANALISI IDROLOGICA

2.1 Inquadramento territoriale

La verifica idraulica in oggetto richiede innanzitutto la definizione di una **portata di progetto** ed il successivo controllo dell'effettiva capacità di deflusso del corso d'acqua. Nel caso in esame in accordo con le richieste della committenza si adotta un **tempo di ritorno** pari a **200 anni**, in modo da garantire un livello di sicurezza adeguato all'importanza dell'opera e dell'area attraversata.

La scelta di adottare un tempo di ritorno più elevato di quello che normalmente attiene alla verifica di queste strutture (nel progetto preliminare infatti erano 100 anni) è dovuta al fatto che gli aspetti legati alla sicurezza idraulica del territorio devono essere preminenti.

I bacini imbriferi sono stati dettagliati e calcolati sulla base della carta tecnica regionale in scala 1:10'000 ma per semplicità di rappresentazione sono stati schematizzati in scala 1:50'000.

Le tavole di riferimento allegate al progetto definitivo sono:

PVDID0GEGE0000070001DA1

PVDID0GEGE0000070002DA1

PVDID0GEGE0000070003DA1

PVDID0GEGE0000070004DA1

PVDID0GEGE0000070005DA1

PVDID0GEGE0000070006DA1

PVDID0GEGE0000070007DA1

Nelle tavole sono dettagliati tutti gli elementi utilizzati per le analisi idrologiche.

3. ANALISI DEL REGIME DELLE PRECIPITAZIONI

Nel progetto preliminare non è stato approfondito l'aspetto legato all'analisi delle precipitazioni che risultano fondamentali per la valutazione soprattutto dei sistemi di smaltimento delle acque di piattaforma.

Il regime delle precipitazioni determina anche la risposta idrologica dei bacini idrografici e quindi fornisce dati salienti sulle portate massime di progetto necessarie per le verifiche idrauliche delle infrastrutture.

Per definire il valore della piena di progetto di un determinato bacino imbrifero è necessario innanzitutto conoscere il regime delle precipitazioni all'interno dello stesso, al fine di determinare la relativa curva di possibilità climatica riferita ad un assegnato tempo di ritorno. Tale curva fornisce, per un fissato tempo di ritorno (T_r), l'altezza di pioggia (h) in funzione della durata (t) dell'evento pluviometrico.

Per la determinazione delle curve di possibilità climatica è necessario fare riferimento ai dati di pioggia rilevati in stazioni pluviometriche situate nelle vicinanze della zona oggetto di studio: più esteso è il periodo durante il quale si sono effettuate osservazioni sistematiche delle grandezze d'interesse e maggiore sarà l'affidabilità dei risultati ottenuti dalla loro elaborazione statistica.

Il tipo di analisi statistica attualmente più diffuso per lo studio dei valori estremi delle piogge consiste nella regolarizzazione del campione di dati a disposizione secondo la distribuzione probabilistica doppio esponenziale di Gumbel.

Per la determinazione dei parametri a ed n ottenuti dall'elaborazione dei dati di pioggia relativi al caso in esame, si è fatto riferimento alle stazioni pluviografiche più vicine al percorso della nuova arteria superstradale esse sono:

1. Trissino;
2. Malo;
3. Montecchio Precalcino;
4. Breganze;
5. Rosà;
6. Calstefranco;
7. Volpago;
8. Villorba.

I dati sono stati acquistati presso il centro idrologico dell'ARPAV.

3.1 Dati di precipitazione

I dati acquisiti sono ovviamente relativi agli eventi estremi o massimi annuali per le piogge con durata consona ai fenomeni che si devono indagare che sono due:

- la formazione delle piene nei corsi d'acqua che ad esclusione del Brenta interessano bacini imbriferi con tempi di corrivazione ampiamente sotto le 24 ore;
- lo smaltimento delle acque di piattaforma stradale che sono fenomeni dimensionati in base agli scrosci.

Si riportano di seguito i dati acquisiti in forma tabellare riassunta nelle durate utili per studiare i fenomeni di interesse ossia scrosci e piogge orarie. Per Castelfranco e Villorba la serie è quella storica.

STAZIONE METEOROLOGICA DI TRISSINO

ANNO	PIOGGE INTENSE [mm]									
	5 min	10 min	15 min	30 min	45 min	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1992	6.0	11.8	15.8	25.0	29.4	31.0	41.6	53.8	74.4	116.8
1993	5.8	9.2	11.0	14.4	15.4	18.2	24.8	35.0	52.4	57.0
1994	8.6	12.0	14.6	22.0	31.0	34.8	38.0	45.2	61.0	80.4
1995	8.0	13.6	17.4	30.0	30.4	31.8	34.0	37.8	56.8	69.4
1996	8.8	13.6	17.4	20.6	23.8	26.2	35.8	41.2	52.4	79.8
1997	10.8	14.6	17.0	18.0	22.2	25.2	37.8	40.0	63.2	74.0
1998	6.8	10.8	12.4	18.2	22.2	23.6	25.4	41.0	53.4	53.8
1999	8.4	13.4	14.8	17.0	17.0	17.8	35.2	54.4	94.4	101.6
2000	13.0	23.0	30.2	45.2	50.0	52.6	59.8	63.8	86.6	101.8
2001	7.2	12.4	17.8	23.2	26.8	29.2	32.2	34.2	54.8	62.2
2002	16.8	18.2	18.6	28.4	33.6	35.4	37.4	44.4	62.8	80.4
2003	10.0	18.0	21.8	28.6	30.6	30.8	38.6	70.2	89.6	107.6
2004										
2005										
2006	7.6	11.8	14.8	21.4	23.4	26.8	33.6	49.0	68.2	79.8
2007	7.2	12.8	17.6	25.6	26.8	26.8	32.6	34.8	40.4	55.0
2008	13.8	14.0	15.6	27.8	39.4	43.8	49.6	56.2	79.8	85.6
2009	10.6	16.8	20.4	37.4	44.0	48.4	49.4	49.6	59.4	70.4

Tabella 2: Dati relativi alle piogge intense di Trissino (fonte dati ARPAV)

STAZIONE METEOROLOGICA DI MALO

ANNO	PIOGGE INTENSE [mm]									
	5 min	10 min	15 min	30 min	45 min	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1992	10.4	17.0	22.8	32.8	41.2	45.2	49.8	54.0	71.2	87.8
1993	8.0	14.4	17.4	23.0	25.2	27.8	31.0	39.4	60.0	65.4
1994	9.4	16.8	21.2	32.2	45.4	50.4	76.8	91.4	91.8	102.6
1995	12.6	20.0	26.4	42.8	47.4	48.0	52.2	60.6	68.2	88.6
1996	7.6	14.8	20.6	29.2	33.4	34.4	37.2	37.6	47.8	67.2
1997	6.4	12.4	17.4	28.6	33.2	33.2	33.2	42.8	46.0	57.8
1998	6.4	9.4	13.2	24.4	29.2	29.8	29.8	44.2	69.4	83.0
1999	7.6	11.8	14.6	24.4	34.6	38.4	49.2	56.2	87.4	91.4
2000	7.0	11.6	17.8	30.2	43.8	48.8	51.8	54.8	80.6	91.2
2001	7.6	13.8	14.6	17.2	24.6	28.0	30.4	38.6	54.6	57.8
2002	13.0	24.2	34.6	42.4	43.0	46.4	68.4	88.8	106.2	153.6
2003	10.2	15.0	16.2	19.2	24.6	26.4	27.8	35.4	56.8	97.0
2004	10.6	21.0	30.0	46.8	56.4	58.8	61.0	61.0	61.0	72.2
2005	11.2	19.2	28.2	46.2	53.6	56.0	58.2	70.4	84.6	114.6
2006	9.2	16.8	23.0	34.0	35.8	36.6	41.0	59.0	77.2	85.8
2007	12.2	19.8	28.6	38.4	44.0	44.8	51.2	60.4	71.8	82.8
2008	7.8	15.2	20.2	35.2	46.4	55.6	65.8	66.0	66.0	87.4
2009	9.2	16.8	20.0	30.6	42.2	55.0	69.2	73.0	77.4	79.0

Tabella 3: Dati relativi alle piogge intense di Malo (fonte dati ARPAV)

STAZIONE METEOROLOGICA DI MONTECCHIO PRECALCINO

ANNO	PIOGGE INTENSE [mm]									
	5 min	10 min	15 min	30 min	45 min	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1992										
1993										
1994										
1995	11.2	20.8	29.4	50.2	52.4	52.8	53.2	72.8	82.6	109.2
1996	12.0	20.4	24.8	28.2	33.4	34.2	41.2	41.4	41.4	50.0
1997	6.0	10.4	12.4	14.4	17.6	20.8	37.2	37.8	42.8	51.0
1998	8.2	14.2	20.4	29.8	32.6	32.6	34.8	50.0	73.0	85.2
1999	11.8	20.8	26.6	39.2	45.2	57.6	81.6	91.6	101.4	102.4
2000	10.4	17.8	23.4	40.0	46.6	52.8	59.2	60.0	65.6	78.0
2001	7.4	13.2	18.0	21.8	25.0	30.2	40.4	77.0	78.8	89.4
2002	15.2	28.2	35.2	38.8	38.8	40.0	68.4	85.0	98.6	122.0
2003	6.8	10.8	11.4	12.0	12.0	12.0	18.8	34.2	53.6	86.6
2004	7.8	12.6	17.4	32.0	41.8	44.6	47.8	53.0	55.6	64.0
2005	7.8	14.4	17.2	21.4	26.2	33.0	43.2	75.4	83.8	109.2
2006	7.0	13.0	16.0	18.8	19.4	19.4	29.8	52.6	85.0	89.6
2007	6.2	8.4	11.0	16.6	19.6	21.4	27.0	42.2	50.8	50.8
2008	11.4	14.2	17.2	29.0	35.2	39.6	48.0	52.4	55.0	72.2
2009	14.0	19.2	22.8	34.8	43.2	48.8	58.2	61.0	67.0	76.8

Tabella 4: Dati relativi alle piogge intense di Montecchio Precalcino (fonte dati ARPAV)

STAZIONE METEOROLOGICA DI BREGANZE

ANNO	PIOGGE INTENSE [mm]									
	5 min	10 min	15 min	30 min	45 min	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1992	13.6	24.8	29.2	42.4	48.6	54.2	57.8	57.8	75.4	100.6
1993	8.2	12.6	15	23.6	30.2	31	31.2	35.8	54	58.4
1994	9.6	15.2	22	31.6	37.8	42.2	55.4	66	66	106.2
1995	8.2	15.8	19.4	28.6	33.6	34.2	61	81.6	90.6	114
1996	16.6	25.4	29	31.8	32.2	32.6	40.2	46.2	53.8	74.6
1997	8.4	14.4	18.2	21	21.6	22.2	27.2	33.4	56.8	67.8
1998	6.2	11.2	14.4	22.6	22.6	23.2	45.4	59.6	86.4	100.4
1999	10.6	14.2	20	30.4	37.2	38.4	53.8	71.2	120.8	125
2000	12.2	22	30.8	45.6	52.8	53.6	61.8	64.4	68.8	78.4
2001	8.4	16.4	18.8	19.8	19.8	22.6	43.4	64.2	72.8	84.4
2002	11.4	18.8	26	36	41.4	48.8	52	52	57.2	97
2003	10.4	18.6	25.2	30.8	31.2	31.2	34.4	52.8	73	86.2
2004	12.6	19.8	24	31	33.2	34.8	39.2	49.2	86	118
2005	16.4	23.2	26.4	30	30.6	32.2	36	56.2	64.4	103.2
2006	8.2	14.4	16.6	19.6	21.8	22.2	35.8	62.2	98.6	126.2
2007	11.2	17.6	20	23.2	24.2	25	35.2	54.6	55.8	67.4
2008	12.2	21.4	30.2	34	34.4	37	43	47.4	52.4	74.6
2009	12.6	24.4	35.8	50	54	55.4	58.8	62.4	72.6	85.4

Tabella 5: Dati relativi alle piogge intense di Breganze (fonte dati ARPAV)

STAZIONE METEOROLOGICA DI ROSÀ

ANNO	PIOGGE INTENSE [mm]									
	5 min	10 min	15 min	30 min	45 min	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1992	11.4	20.6	28.2	50.0	61.4	63.0	65.0	65.2	91.6	91.6
1993	11.8	17.6	18.2	20.0	22.4	28.4	29.8	32.4	41.8	43.8
1994	13.6	22.4	29.6	33.2	34.4	35.0	47.8	52.4	52.4	81.8
1995	9.8	18.6	26.4	44.2	58.8	64.0	75.2	75.4	75.4	81.8
1996	8.8	15.4	23.8	33.2	35.2	43.2	49.4	58.6	58.6	58.6
1997	10.4	19.4	21.8	23.4	39.6	41.0	41.2	41.2	58.0	65.0
1998	10.6	20.8	22.6	35.0	37.4	40.2	68.4	79.6	92.0	150.8
1999	7.8	14.0	19.2	24.0	27.2	32.6	49.0	55.2	84.8	89.0
2000	9.0	16.0	24.6	38.6	41.0	42.6	51.4	53.0	71.2	94.0
2001	14.4	22.2	25.4	27.0	27.8	28.8	52.8	62.2	81.4	88.6
2002	11.0	18.6	24.2	40.2	49.2	52.2	58.4	62.4	78.6	100.4
2003	15.6	22.8	30.6	42.4	48.6	51.8	53.2	55.0	60.6	85.8
2004	11.6	17.6	21.8	30.0	32.2	34.4	52.0	62.4	64.8	68.8
2005	8.4	15.4	20.0	24.8	25.0	26.0	38.4	55.2	78.8	112.0
2006	13.4	20.0	27.0	35.2	35.4	35.4	35.4	54.2	71.4	80.8
2007	12.2	20.2	27.2	32.2	46.6	56.2	62.2	62.2	62.4	75.4
2008	10.2	18.8	24.0	31.4	32.6	33.0	34.6	35.8	52.0	81.4
2009	17.2	30.0	32.8	33.6	41.8	42.6	54.0	67.6	78.6	150.6

Tabella 6: Dati relativi alle piogge intense di Rosà (fonte dati ARPAV)

Relazione Idrologica – Lotto 3C

Stazione di CASTELFRANCO Serie cronologica massimi di precipitazione Regularizzazione effettuata con legge di GUMBEL									
$P(x) = e^{-\alpha * (x - \beta)}$									
5 min		10 min		15 min		30 min		45 min	
mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG
	560101		560101	12.4	560711		560101		560101
	570101		570101		570101	16.0	570925		570101
	580101		580101	13.2	580926	24.4	580918		580101
	590101		590101	12.8	590810	20.4	590926		590101
	600101		600101		600101		600101	40.0	600614
	610101		610101	15.2	610908		610101		610101
	620101		620101	17.0	620917	32.4	620917	37.6	620917
	630101		630101	18.6	630828	23.4	630828		630101
	640101		640101		640101		640101		640101
	650101		650101	9.6	650626	10.6	650902	13.4	650902
	660101		660101	22.0	660930	27.6	660930	27.6	660930
	670101		670101	7.8	670517	10.0	670517		670101
	680101		680101	26.0	680919	31.2	680919	32.8	680919
	690101		690101	12.6	690816	21.6	690816	28.6	690816
	700101		700101	14.4	700916	23.6	700916	27.2	700916
	710101		710101	30.0	710615		710101		710101
	720101		720101	18.0	720617	22.6	720617	23.0	720617
	730101		730101	22.0	730722	26.0	730722	28.0	730722
	740101		740101	11.4	740304	12.8	740304	14.0	740304
	750101		750101	18.0	750915	18.0	750915	18.0	750915
	760101		760101	18.0	760817	38.0	760817	48.0	760817
	770101		770101	21.0	770707	30.2	770707	33.2	770707
	780101		780101	6.2	780506	11.0	780506	15.7	780506
	790101		790101	11.0	791222	12.6	791222	13.4	791222
	800101		800101	20.0	800906	34.0	800906	52.0	800906
	810101		810101	16.6	810616	20.0	810522	22.4	810522
	820101		820101	11.6	820609	16.8	820828	22.8	820828
	830101		830101	16.2	830803	16.4	830803	16.6	830803
	840101		840101	15.6	840915	19.2	840915	24.4	840915
	850101		850101	11.0	850601	13.0	850601	14.0	850601
	860101		860101	20.0	860529	23.2	860529	24.4	860529
	870101		870101	21.6	871017		870101		870101
	880101		880101		880101		880101		880101
	890101		890101	12.6	890925	16.4	890925	23.8	890925
	900101		900101		900101		900101		900101
	910101		910101		910101		910101		910101
	920101		920101		920101		920101		920101
	930101		930101		930101		930101		930101
	940101		940101	23.6	940824	23.6	940824	28.8	940908
	950101		950101	21.8	950808	23.0	950827	26.4	950612

Tabella 7: Dati relativi alle piogge intense – scrosci - di Castelfranco (fonte dati ARPAV)

Relazione Idrologica – Lotto 3C

Stazione di CASTELFRANCO									
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
22.8	560811	22.8	560811	25.2	560926	33.6	560925	60.6	560925
29.0	570925	41.4	570925	42.4	570925	49.6	570925	72.2	570925
24.8	580918	25.4	581001	27.4	581001	37.2	580627	58.4	581111
30.0	590716	60.4	590714	70.4	590714	71.8	590714	80.4	590714
46.6	600614	48.0	600614	58.8	600614	59.4	600614	63.0	600614
22.0	610812	25.8	611007	39.8	611112	55.2	611112	62.2	611007
38.6	620917	39.0	620917	39.0	620917	48.4	620917	66.4	620414
29.6	630503	30.8	630503	31.8	630503	46.0	630503	60.0	630904
15.0	640526	29.4	640526	48.0	640526	49.4	640526	80.0	640813
18.0	650902	33.6	650901	38.0	650901	42.0	650901	72.0	650705
27.6	660930	34.8	660816	41.2	660816	61.0	661103	97.0	661103
18.8	670517	24.0	670608	38.0	670216	56.0	670216	63.6	670216
32.8	680919	42.2	680829	45.2	680829	45.4	680829	65.8	680829
29.2	690816	32.8	690816	47.8	690730	48.6	690730	51.2	690730
29.2	701122	31.0	700916	34.2	700916	45.8	700916	47.0	700808
30.0	710615	44.8	710608	48.2	710608	48.6	710608	76.6	710608
25.2	720617	35.6	720702	44.4	720702	45.6	720702	53.0	720212
29.8	730722	32.4	730722	32.4	730722	35.6	730825	54.6	730824
14.8	740304	30.0	740304	45.0	740304	62.4	740304	92.4	740303
18.0	750915	23.8	750604	32.4	750604	39.0	750505	51.6	750505
48.2	760817	54.8	760817	55.0	760817	58.0	761005	64.8	761005
34.0	770707	34.2	770707	35.4	770707	35.4	770707	55.0	770104
18.0	780506	27.6	780506	31.8	781003	37.8	781003	53.4	781003
15.0	791222	22.8	791222	27.0	791222	42.0	791222	59.4	791222
55.0	800906	75.6	800906	77.2	800906	77.2	800906	77.2	800906
22.8	810522	34.4	810619	44.8	810619	46.2	811026	80.8	811026
23.2	820828	35.0	820828	42.8	820828	47.6	820828	71.4	820828
16.6	830803	22.0	831222	35.0	831222	62.0	831222	112.0	831222
26.0	840915	36.4	841003	48.0	841003	49.0	841003	68.0	840520
14.4	850601	21.0	850601	33.0	850301	58.0	850302	78.2	850302
25.8	860529	28.5	860604	42.2	860131	71.0	860131	105.2	860131
21.6	871017	21.6	871017	28.8	870825	36.4	870214	49.0	870214
	880101		880101		880101		880101		880101
24.0	890825	30.0	890403	54.4	890403	55.4	890403	66.0	890403
	900101		900101		900101		900101		900101
	910101		910101		910101		910101		910101
	920101		920101		920101		920101		920101
	930101		930101		930101		930101		930101
30.0	940908	39.8	940518	40.2	940518	45.8	940518	51.2	940914
28.2	950514	47.0	950531	57.0	950531	74.6	950513	87.8	950531

Tabella 8: Dati relativi alle piogge intense - orarie - di Castelfranco (fonte dati ARPAV)

STAZIONE METEOROLOGICA DI VOLPAGO

ANNO	PIOGGE INTENSE [mm]									
	5 min	10 min	15 min	30 min	45 min	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1992										
1993	7.4	13.4	19.0	24.4	34.4	40.0	40.4	40.4	40.6	45.6
1994	10.2	16.6	20.6	29.4	33.0	33.8	35.4	37.2	37.2	49.6
1995	12.2	22.0	25.8	28.8	31.0	33.6	42.0	64.0	72.8	73.2
1996	12.4	24.0	29.4	33.2	36.4	51.0	59.0	59.0	59.0	66.8
1997	6.4	12.6	15.4	21.2	26.0	32.4	43.4	43.8	67.6	75.8
1998	10.2	17.6	20.6	34.2	34.4	34.6	37.4	49.0	66.6	84.2
1999	11.0	21.8	31.2	40.4	41.4	41.6	41.6	44.0	57.4	57.6
2000	12.4	20.8	27.6	41.8	46.2	47.6	50.4	51.4	64.6	95.0
2001	11.4	15.4	18.2	23.2	26.0	29.2	44.4	47.0	55.8	59.2
2002	9.2	13.2	13.8	21.0	22.2	23.0	30.6	42.6	58.0	76.0
2003	10.2	19.6	25.6	34.2	39.4	41.8	47.4	48.2	53.8	72.8
2004	13.0	23.4	28.8	38.4	49.4	52.4	58.0	60.4	61.2	61.2
2005	10.4	13.0	15.6	18.4	22.8	25.0	55.6	65.4	79.2	99.6
2006	8.0	11.4	17.2	25.2	31.8	34.0	57.6	76.2	106.6	139.6
2007	16.4	31.2	40.2	49.4	49.8	50.2	50.8	50.8	50.8	50.8
2008	12.6	16.2	18.2	32.6	42.6	47.4	54.6	54.8	62.8	76.6
2009	12.6	24.6	29.8	36.2	40.6	42.0	45.4	68.0	88.2	125.6

Tabella 9: Dati relativi alle piogge intense di Volpago del Montello (fonte dati ARPAV)

Relazione Idrologica – Lotto 3C

Stazione di VILLORBA serie cronologica massimi di precipitazione Regolarizzazione effettuata con legge di GUMBEL										
-alfa * (x - beta)										
$P(x) = e^{-e}$										
5 min		10 min		15 min		30 min		45 min		
mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	
	560101		560101		560101	25.0	560710		560101	
	570101		570101		570101		570101		570101	
	580101		580101	10.0	580515		580101		580101	
	590101		590101		590101		590101		590101	
	600101		600101		600101		600101		600101	
	610101		610101		610101		610101		610101	
	620101		620101	9.2	620703		620101		620101	
	630101		630101	12.8	630905	16.0	630905	21.8	630905	
	640101		640101		640101		640101		640101	
	650101		650101	17.0	650822	21.0	650705	26.0	650705	
	660101		660101	19.0	660831	24.4	660830	27.6	660830	
	670101		670101	4.0	670516	14.0	670516		670101	
	680101		680101	20.8	680830	34.6	680830	35.8	680830	
	690101		690101	12.6	690617	16.2	690617	17.4	690617	
	700101		700101	13.4	700808	18.4	700916	26.2	700916	
	710101		710101	20.0	710831	21.6	710831	21.8	710606	
	720101		720101	13.2	720220	16.8	720220	17.0	720220	
	730101		730101	17.6	730722	27.4	730922	27.6	730922	
	740101		740101	20.8	740606	30.0	740606	33.2	740606	
	750101		750101	25.0	750905	34.0	750905	36.0	750905	
	760101		760101	17.6	760722	51.4	760722	62.4	760722	
	770101		770101	29.0	770705	30.8	770705	33.6	770705	
	780101		780101	15.4	780714	27.0	780714	32.4	780714	
	790101		790101	20.0	790923	28.0	790923	39.0	790923	
	800101		800101	15.0	800702	18.4	800702	25.4	800702	
	810101		810101	16.8	810809	18.0	810809	25.0	810928	
	820101		820101	22.4	820816	25.6	820816	27.2	820811	
	830101		830101	37.0	830714	39.0	830714	40.0	830902	
	840101		840101	23.2	840921	38.4	840921	41.2	840921	
	850101		850101	10.0	850806	13.0	850806	14.0	850806	
	860101		860101	16.6	860624	19.6	860624	21.2	860624	
	870101		870101	16.0	871018	26.0	871018	27.6	871018	
	880101		880101	15.0	880616	27.0	880616	27.6	880616	
	890101		890101	17.6	890713	19.6	890808	23.0	890808	
	900101		900101	10.0	900905	15.0	900905	18.2	900905	
	910101		910101	13.0	910327	20.0	910327	30.2	910327	
	920101		920101	18.0	920710	30.0	920710	30.2	920710	
	930101		930101	16.0	930719	23.6	930719	24.4	930719	
	940101		940101	17.0	940831	17.0	940831	17.0	940831	
	950101		950101	20.0	950716	40.0	950716	60.0	950716	

Tabella 10: Dati relativi alle piogge intense – scrosci - di Villorba (fonte dati ARPAV)

Stazione di VILLORBA 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
25.6	560710	47.2	560926	66.8	560926	76.2	560925	150.0	560925
17.4	570828	24.2	570925	32.6	570603	40.6	571213	50.4	571212
20.8	589812	26.0	580627	39.2	580627	47.4	580627	72.6	581111
19.8	590729	33.2	591029	48.4	591029	61.8	591028	83.0	591112
61.2	600614	62.2	600614	62.2	600614	62.2	600614	69.4	600614
24.0	611112	40.8	611006	56.6	611006	84.0	611112	109.0	611006
27.4	620513	38.8	620513	44.2	620513	54.6	620111	62.5	620414
24.6	630905	31.4	630905	33.6	630406	53.0	630406	57.0	630406
28.0	640620	29.6	640526	21.8	640526	35.0	640526	54.4	640526
30.6	650705	47.4	650705	52.8	650704	77.4	650704	85.6	650704
28.0	660830	32.6	660808	45.0	661103	64.0	661103	100.5	660816
15.0	670516	18.0	670615	30.0	670615	39.0	670216	50.0	670216
35.8	680830	48.0	680830	48.0	680830	48.0	680830	50.6	680829
19.0	690617	27.0	690617	27.2	690617	30.4	690114	36.4	690114
26.2	700916	27.2	700916	29.2	700916	34.6	701121	39.6	701121
22.8	710606	24.6	710606	34.6	710608	37.0	710608	41.8	710608
17.2	720220	25.6	720229	31.8	720612	39.2	720612	54.0	720612
28.0	730922	29.0	730419	37.8	730419	42.6	730419	55.0	730925
35.2	740606	45.2	740606	61.0	740906	62.0	740906	63.2	740404
41.2	750812	43.0	750812	45.8	750812	47.0	750101	54.2	750101
63.0	760722	63.8	760722	64.0	760722		760101		760101
35.2	770705	38.6	770705	39.2	770705	39.2	770705	68.2	770104
32.8	780714	40.4	780919	45.2	781018	53.0	781018	59.8	781018
33.0	790923	38.0	791013	41.0	791013	68.6	791012	69.2	791012
26.0	800702	26.0	800702	26.2	801025	40.6	801025	52.4	801024
27.8	810928	46.0	810928	52.6	810928	54.6	810928	80.0	811026
27.2	820611	33.0	820611	36.6	820611	42.2	821109	77.4	821109
50.0	830902	60.0	830902	62.4	830902	65.0	831222	98.0	831222
41.8	840921	50.6	840921	57.8	840921	66.6	840921	66.6	840921
14.2	850806	18.0	850302	29.0	850302	57.0	850302	75.6	850302
22.0	860624	38.8	860131	47.8	860604	78.5	860131	116.8	860131
27.6	871018	50.4	870825	64.0	870825	66.6	870825	73.6	870824
28.6	880616	33.6	880616	34.8	880616	59.2	881012	60.0	881012
30.0	890808	40.0	890808	41.8	890808	42.0	890808	52.8	890703
20.0	901209	38.0	901209	67.6	901209	91.6	901209	99.6	901209
30.4	910327	49.0	910327	53.8	910327	58.0	910503	76.0	910503
30.2	920710	34.8	920711	41.0	921003	73.2	921003	97.4	921003
25.0	930719	30.0	930924	37.2	930924	38.8	930924	60.4	930924
21.0	940913	24.2	940908	29.2	940908	32.0	941106	46.6	940914
62.8	950716	65.8	950716	67.2	950716	67.2	950716	67.2	950716

Tabella 11: Dati relativi alle piogge intense - orarie - di Villorba (fonte dati ARPAV)

3.2 Elaborazione dei dati pluviometrici

Tramite una regressione lineare sui dati regolarizzati su di un piano bilogarithmico è possibile ricavare le curve di possibilità climatica secondo la legge di Gumbel o doppio esponenziale dei dati analizzati.

3.2.1 Analisi degli scrosci

Si prendono in considerazione per primi gli scrosci per i quali i tempi di ritorno analizzati sono 10, 25 e 50 anni, ossia le frequenze utili per la progettazione stradale.

Le elaborazioni sono riassunte nei grafici riportati nelle pagine seguenti.

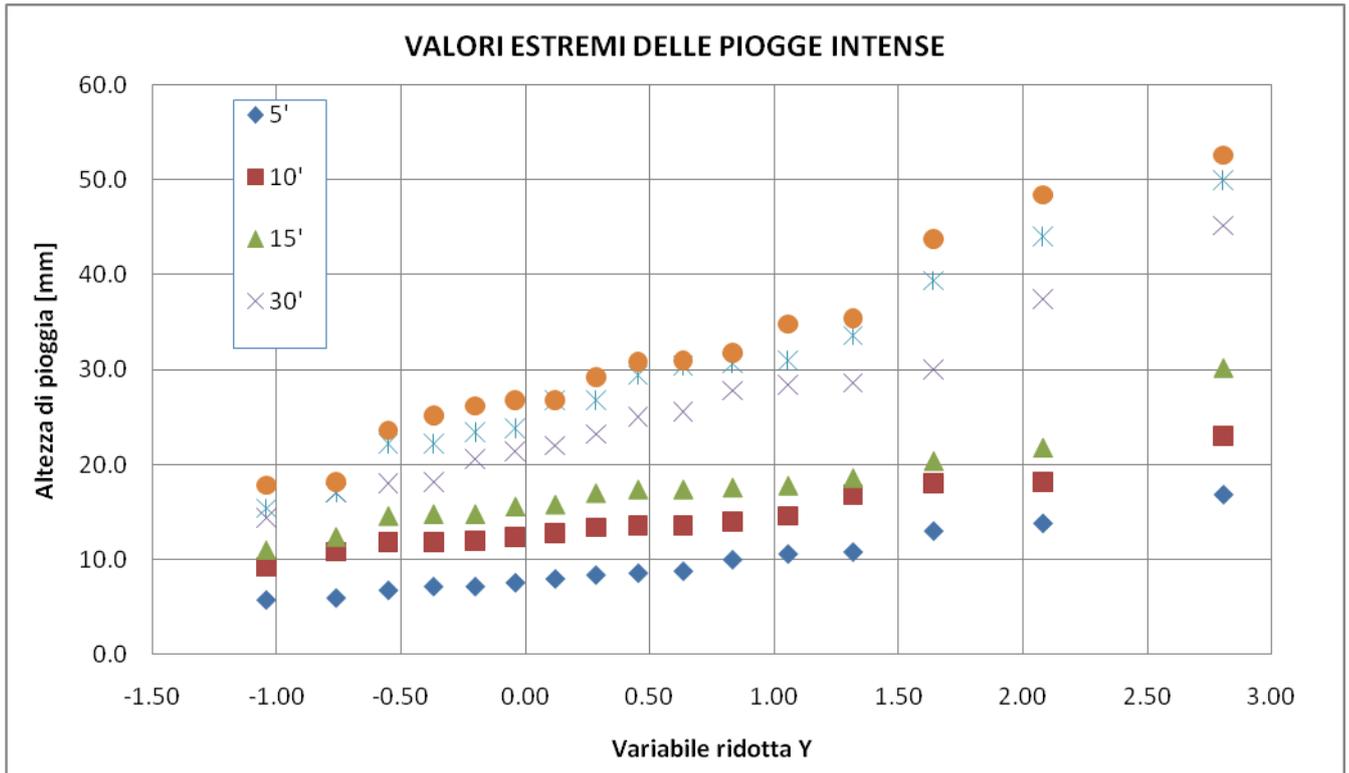


Figura 1: regolarizzazione nel piano di Gumbel degli scrosci di Trissino

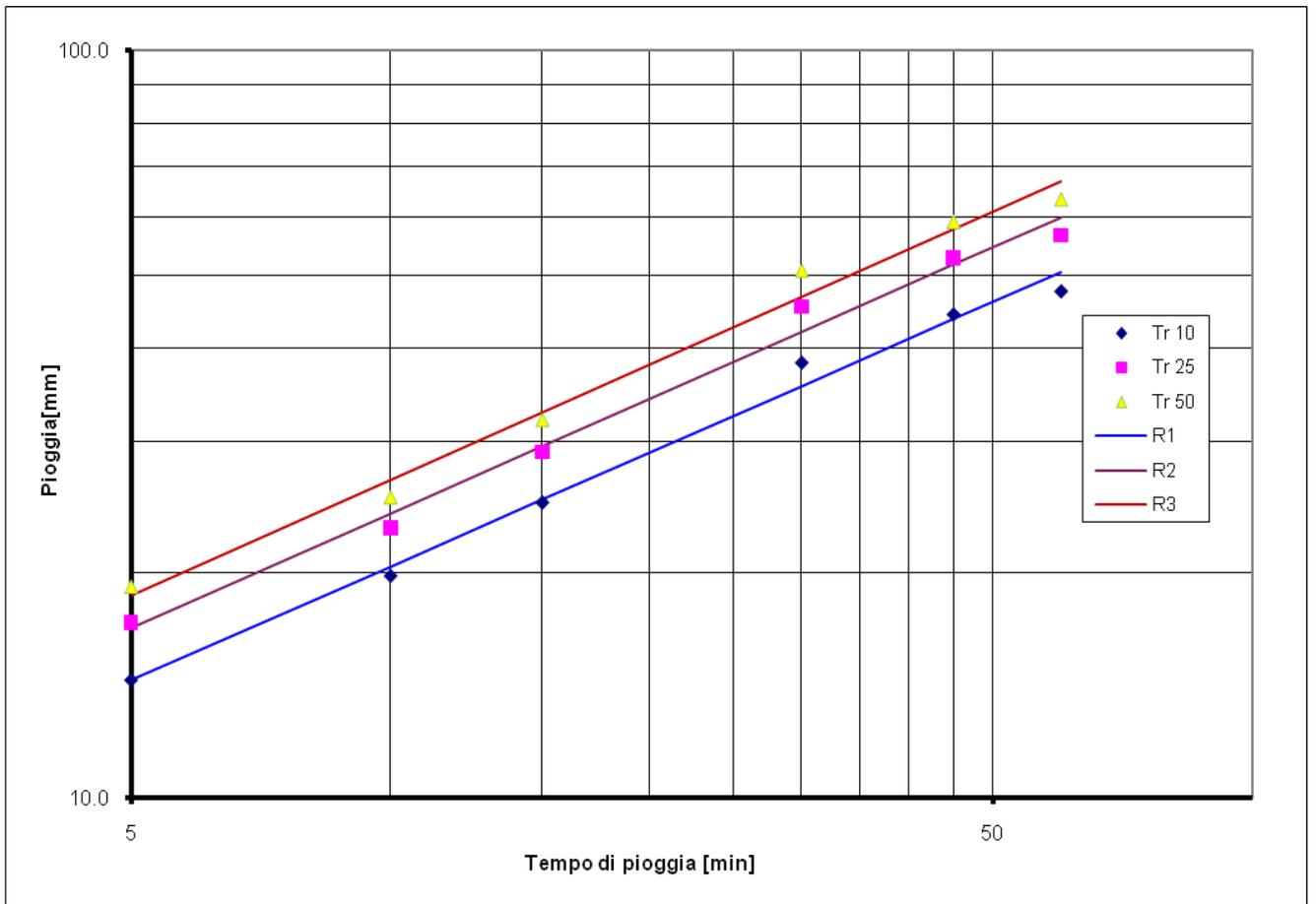


Figura 2: rette interpolanti nel piano di Gumbel degli scrosci di Trissino

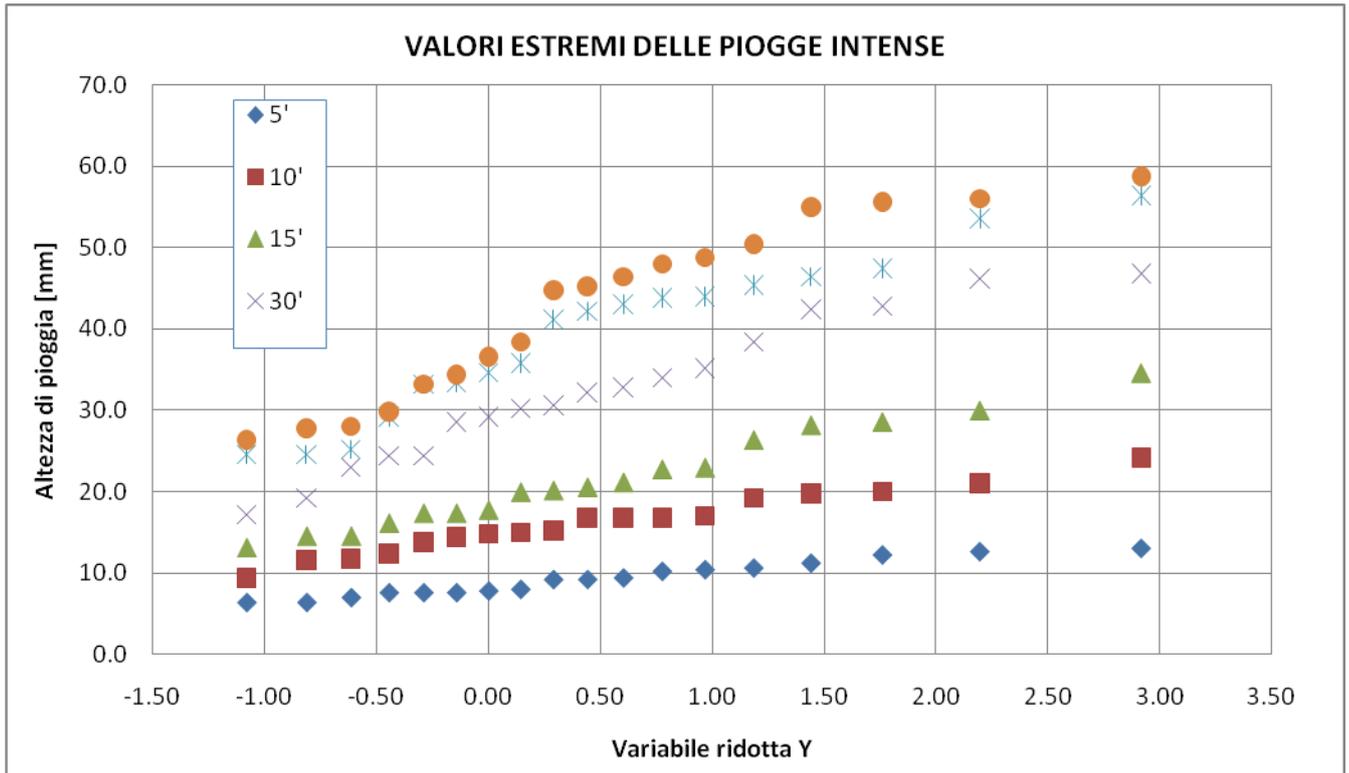


Figura 3: regolarizzazione nel piano di Gumbel degli scrosci di Malo

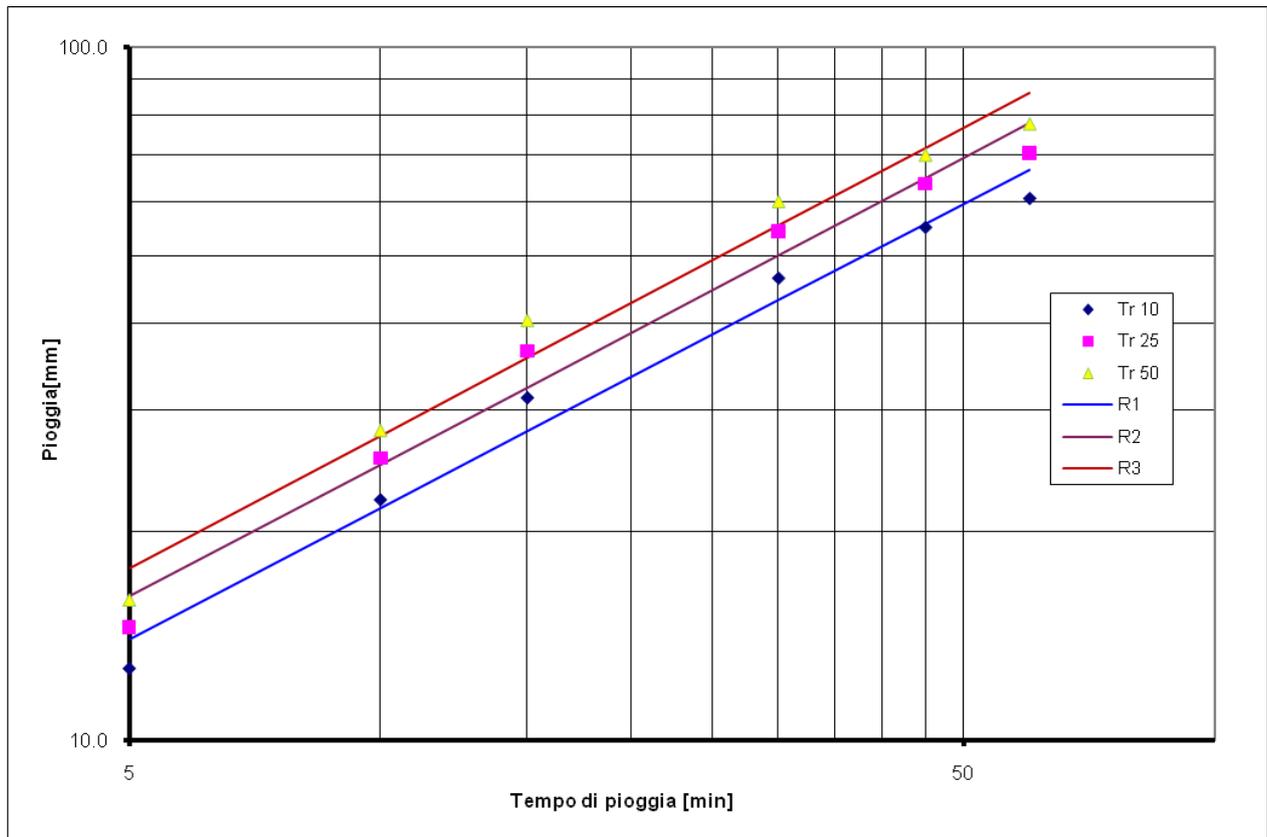


Figura 4: rette interpolanti nel piano di Gumbel degli scrosci di Malo

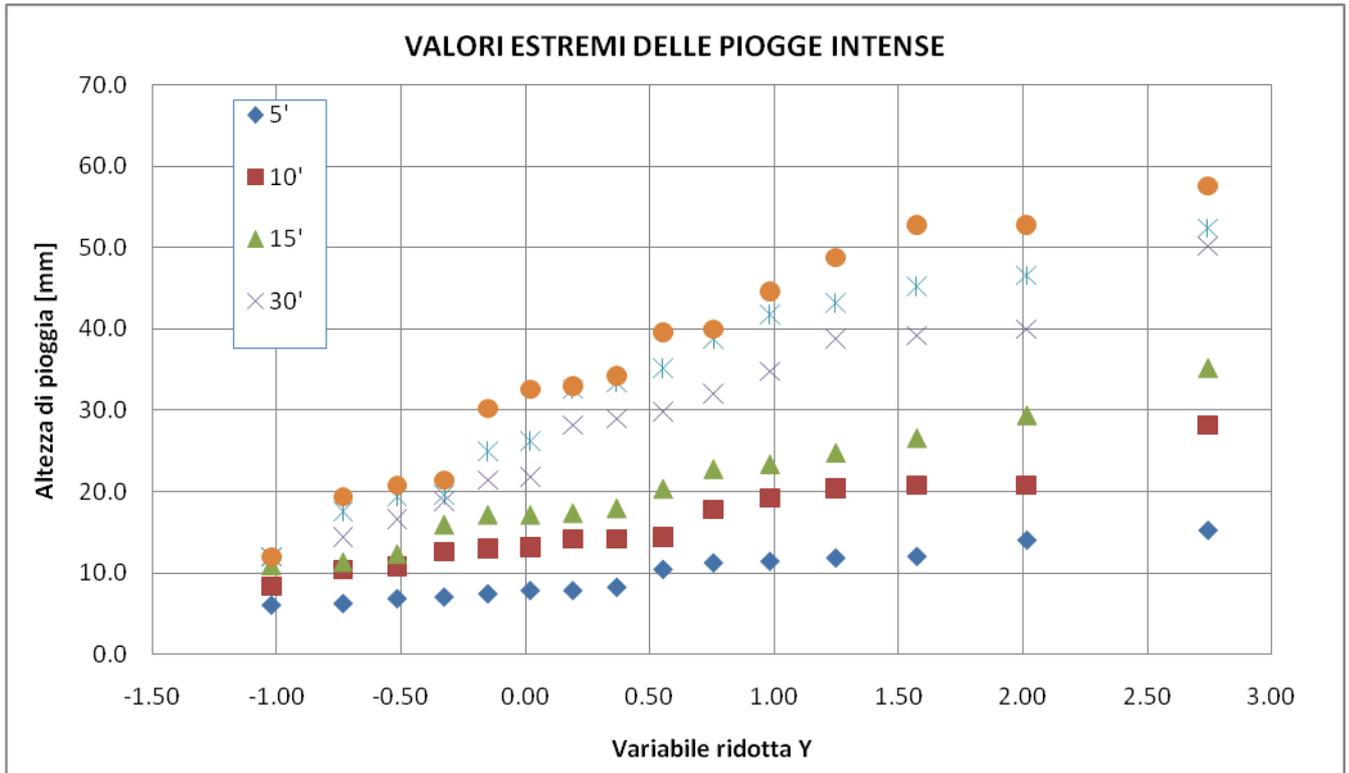


Figura 5: regolarizzazione nel piano di Gumbel degli scrosci di Montecchio Precalcino

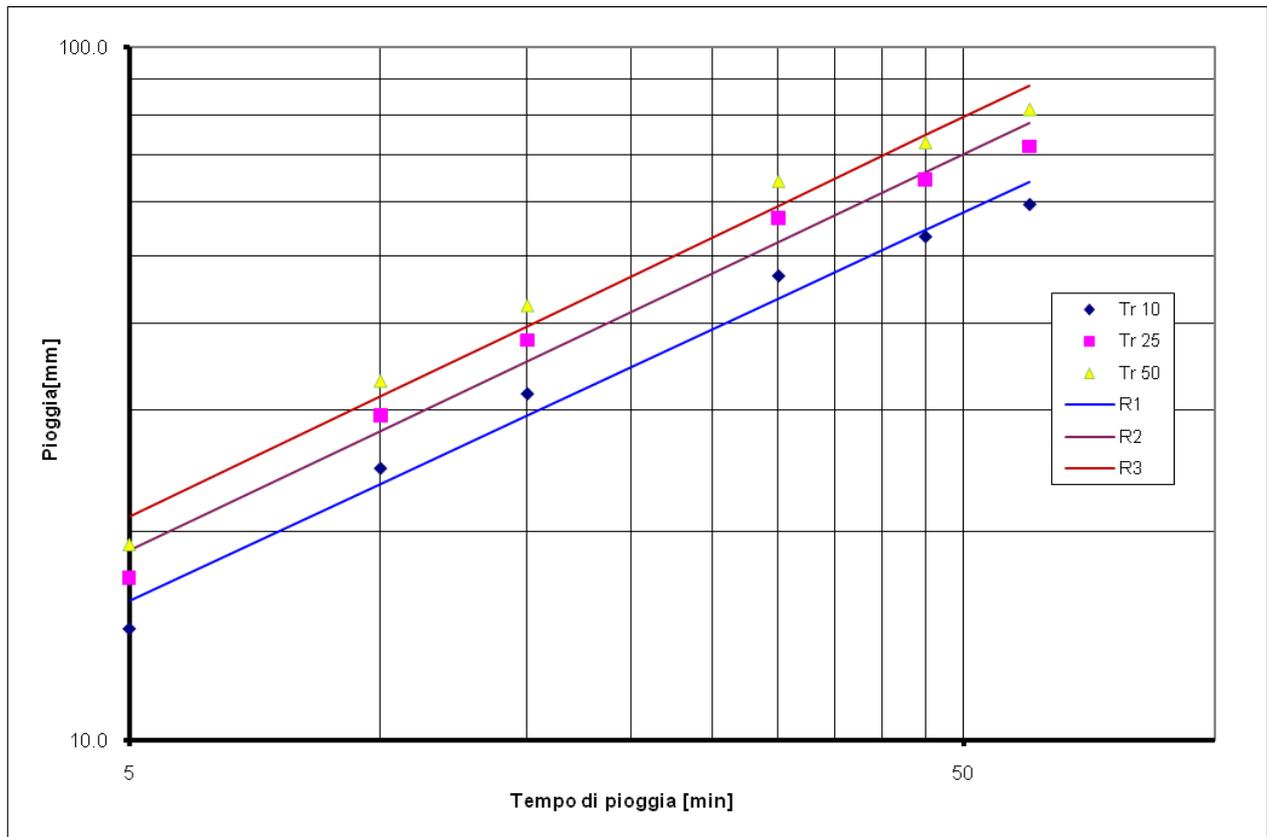


Figura 6: rette interpolanti nel piano di Gumbel degli scrosci di Montecchio Precalcino

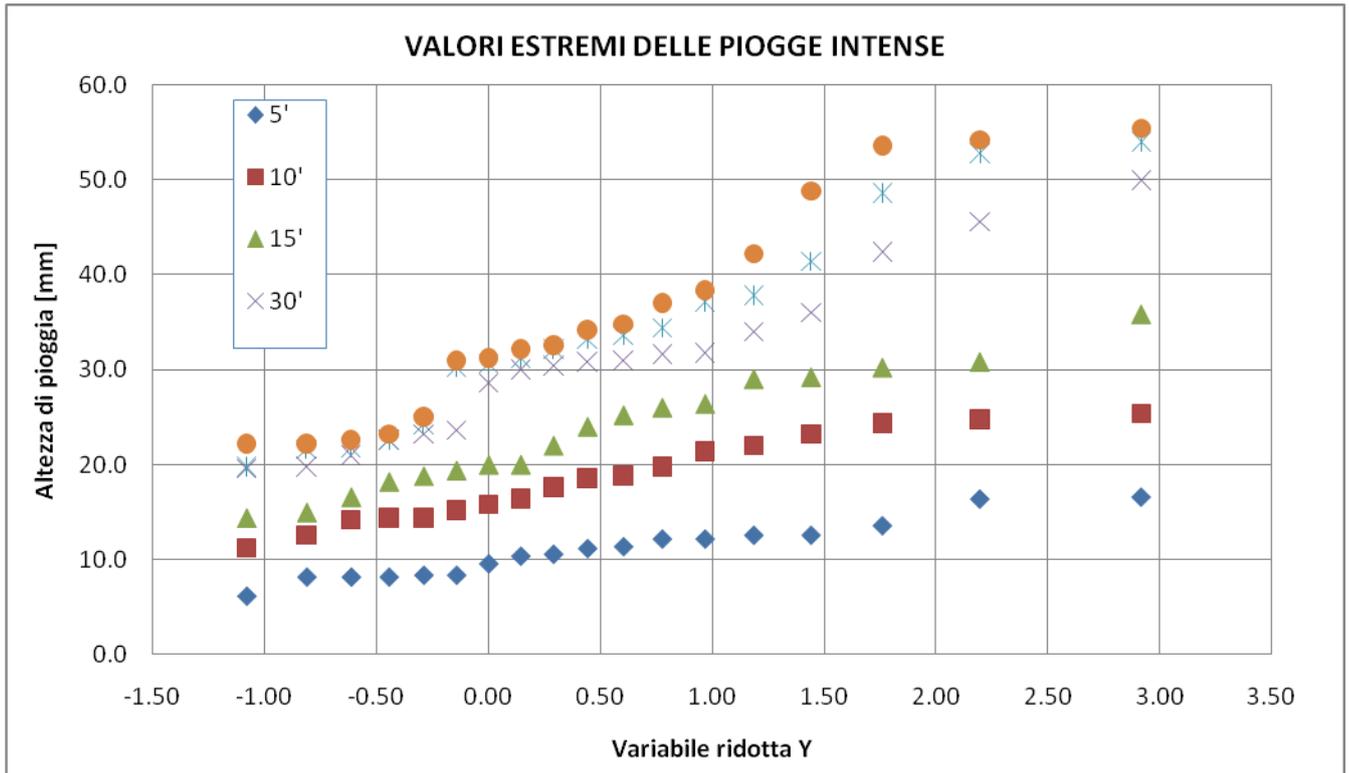


Figura 7: regolarizzazione nel piano di Gumbel degli scrosci di Breganze

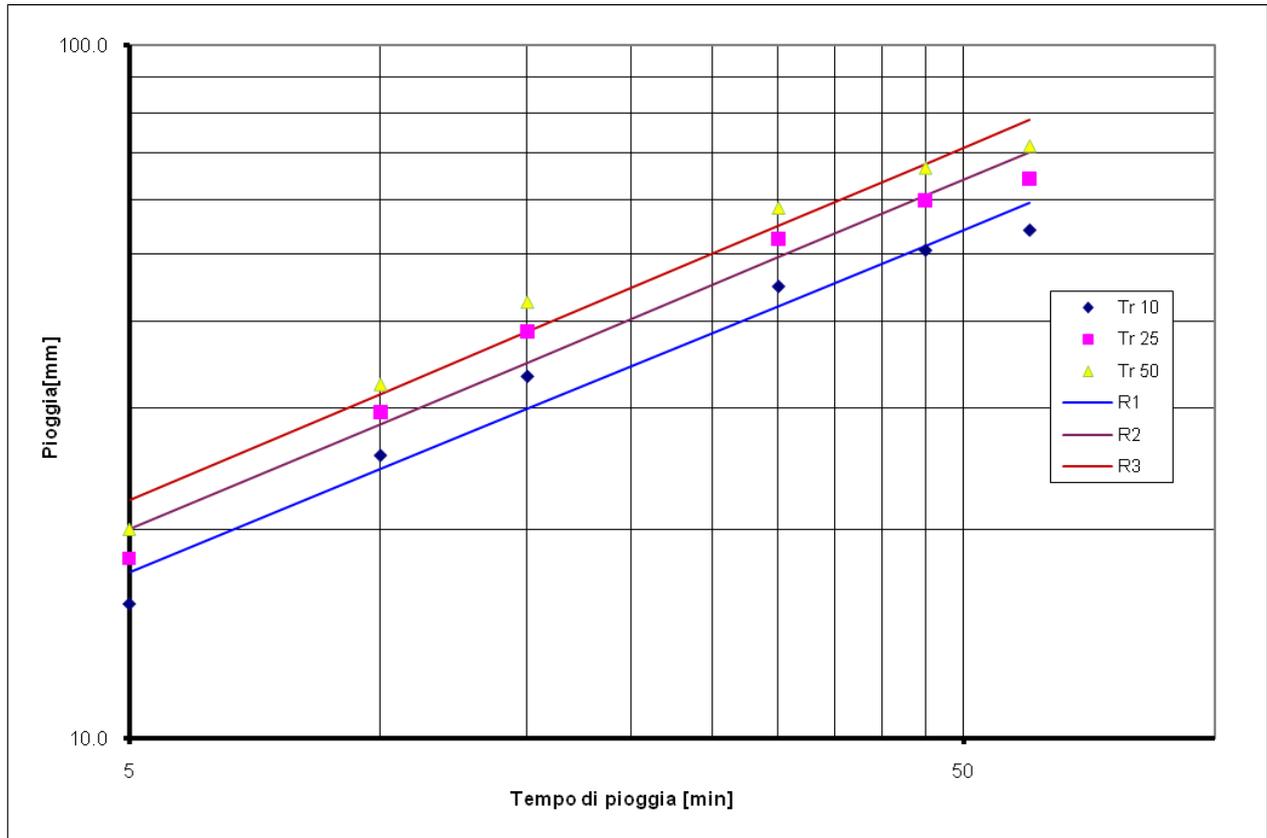


Figura 8: rette interpolanti nel piano di Gumbel degli scrosci di Breganze

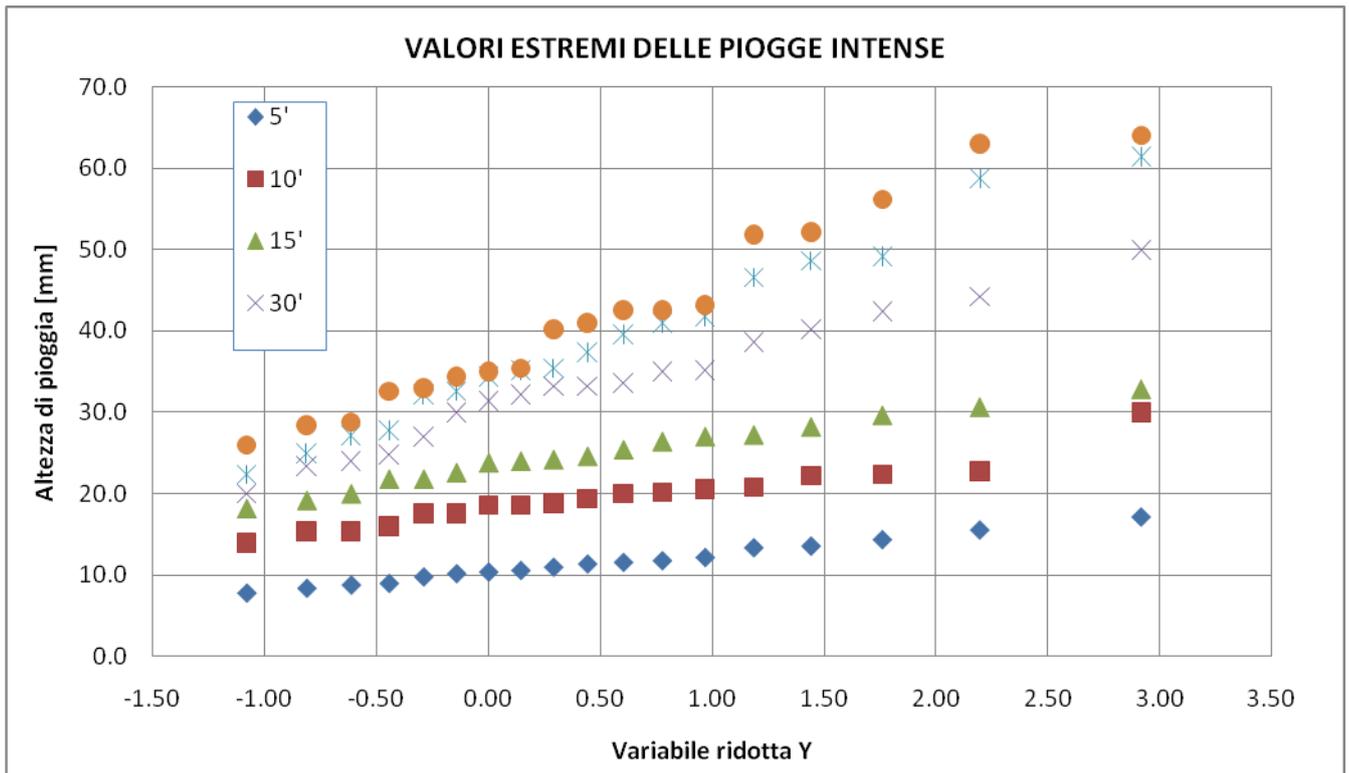


Figura 9: regolarizzazione nel piano di Gumbel degli scrosci di Rosà

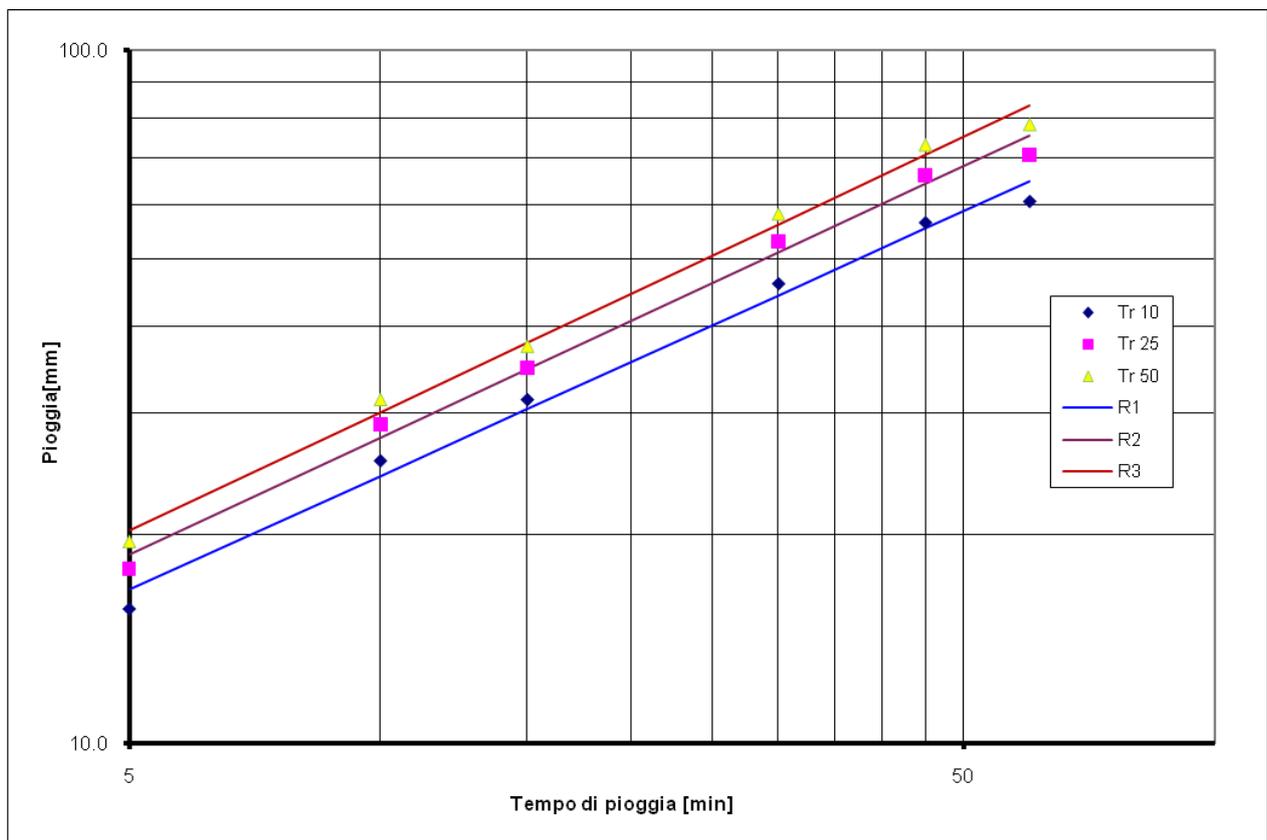


Figura 10: rette interpolanti nel piano di Gumbel degli scrosci di Rosà

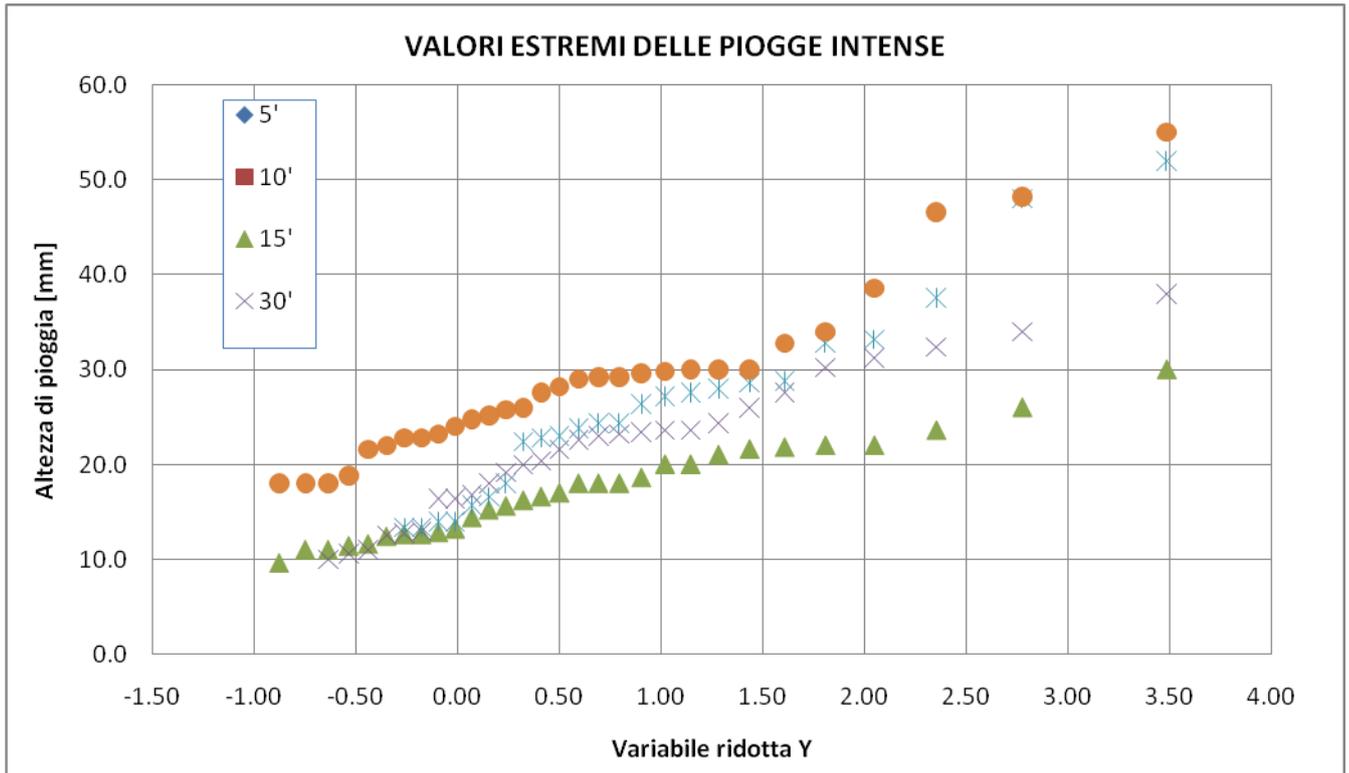


Figura 11: regolarizzazione nel piano di Gumbel degli scrosci di Castelfranco

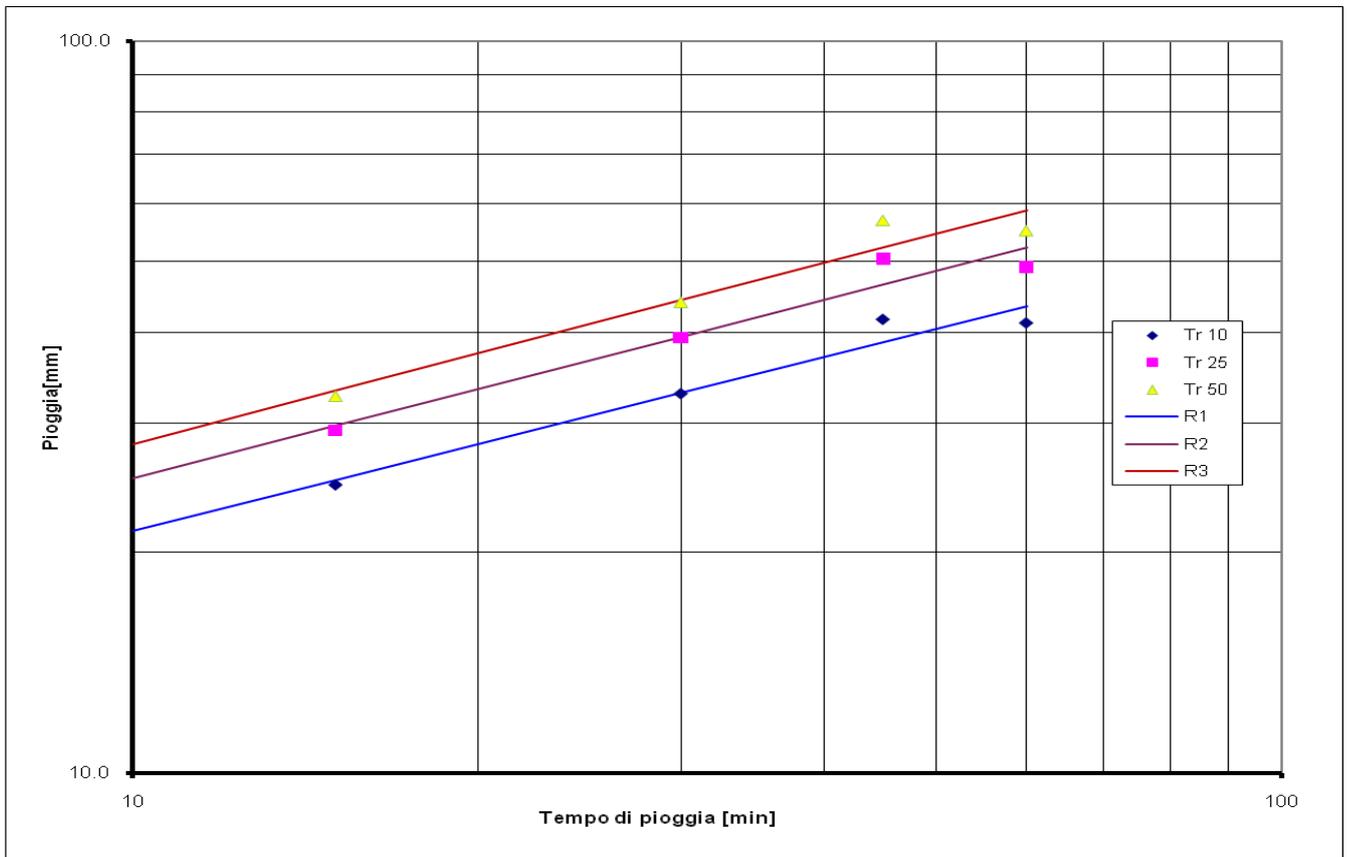


Figura 12: rette interpolanti nel piano di Gumbel degli scrosci di Castelfranco

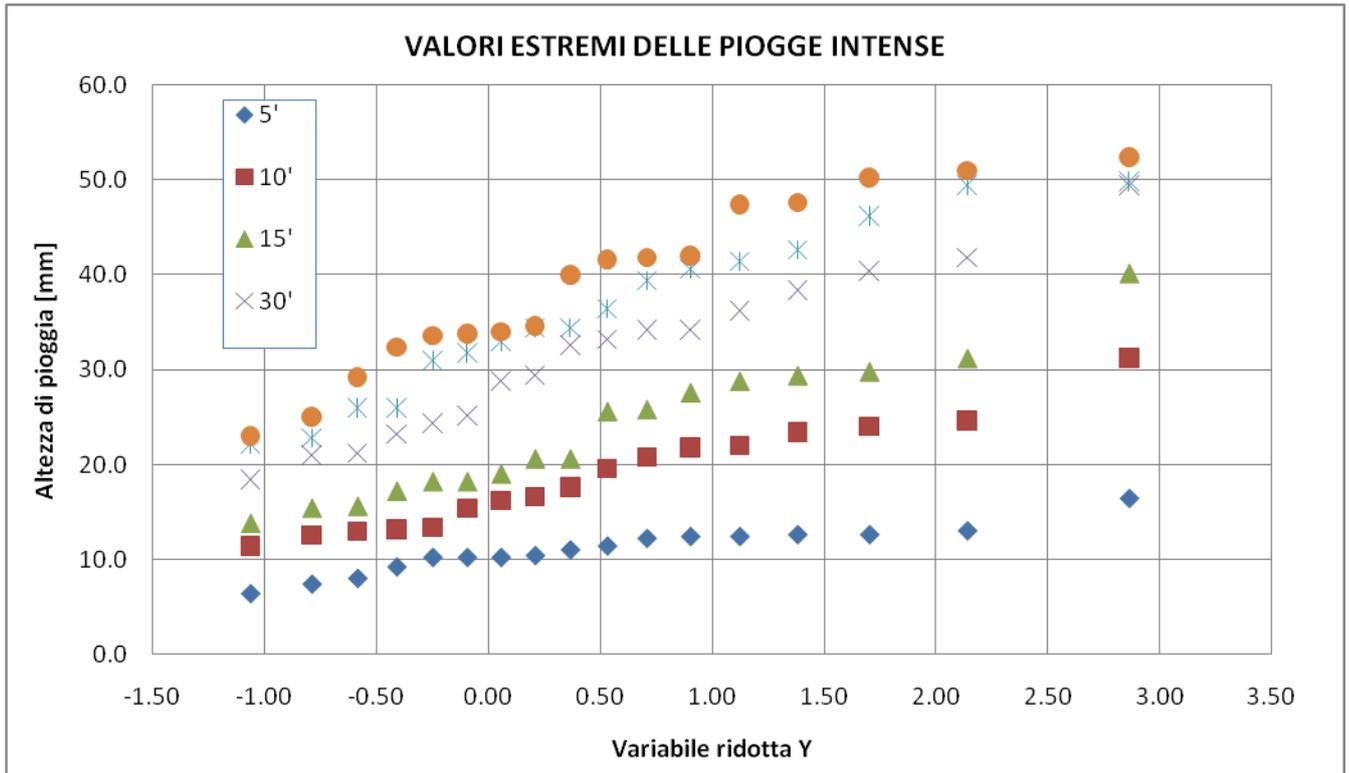


Figura 13: regolarizzazione nel piano di Gumbel degli scrosci di Volpago

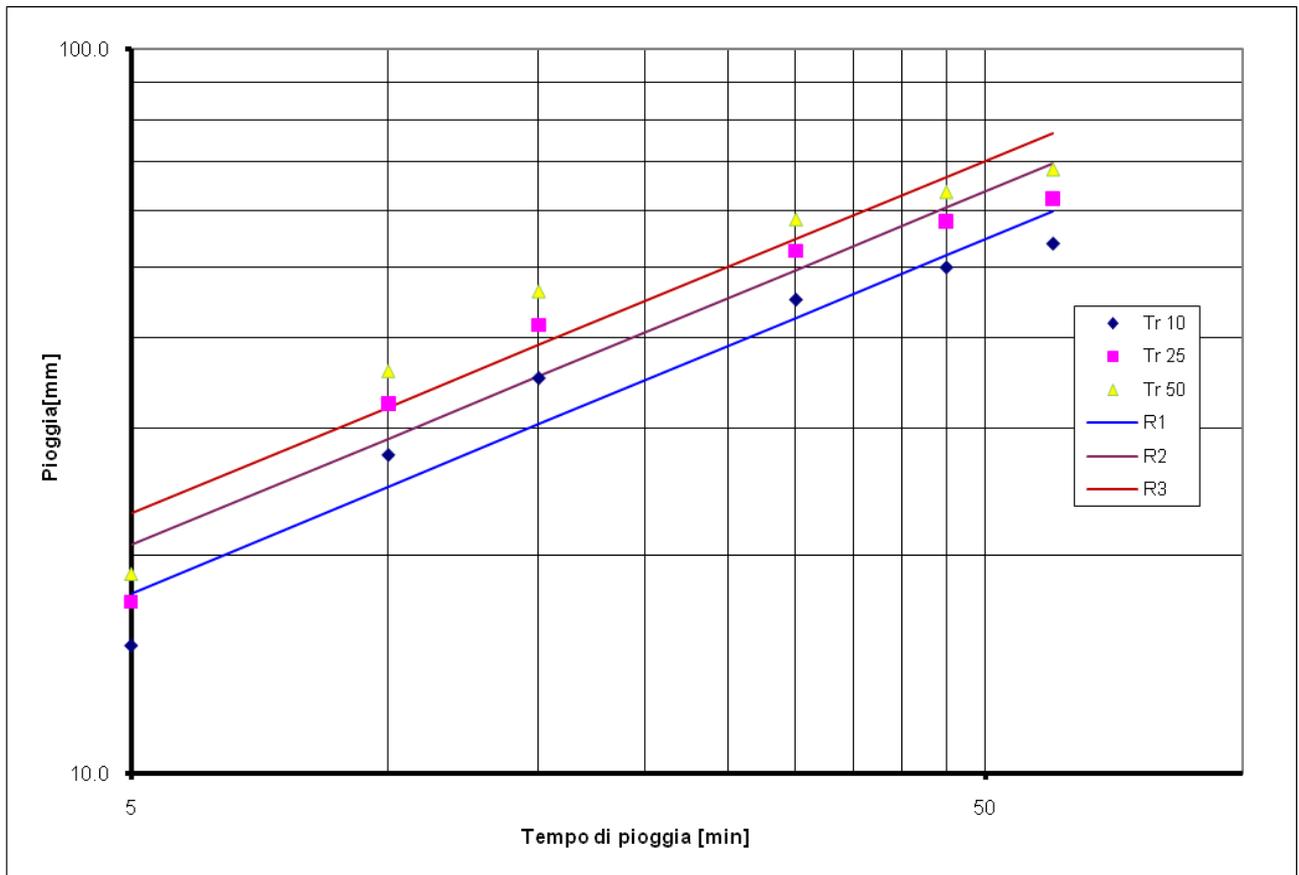


Figura 14: rette interpolanti nel piano di Gumbel degli scrosci di Volpago

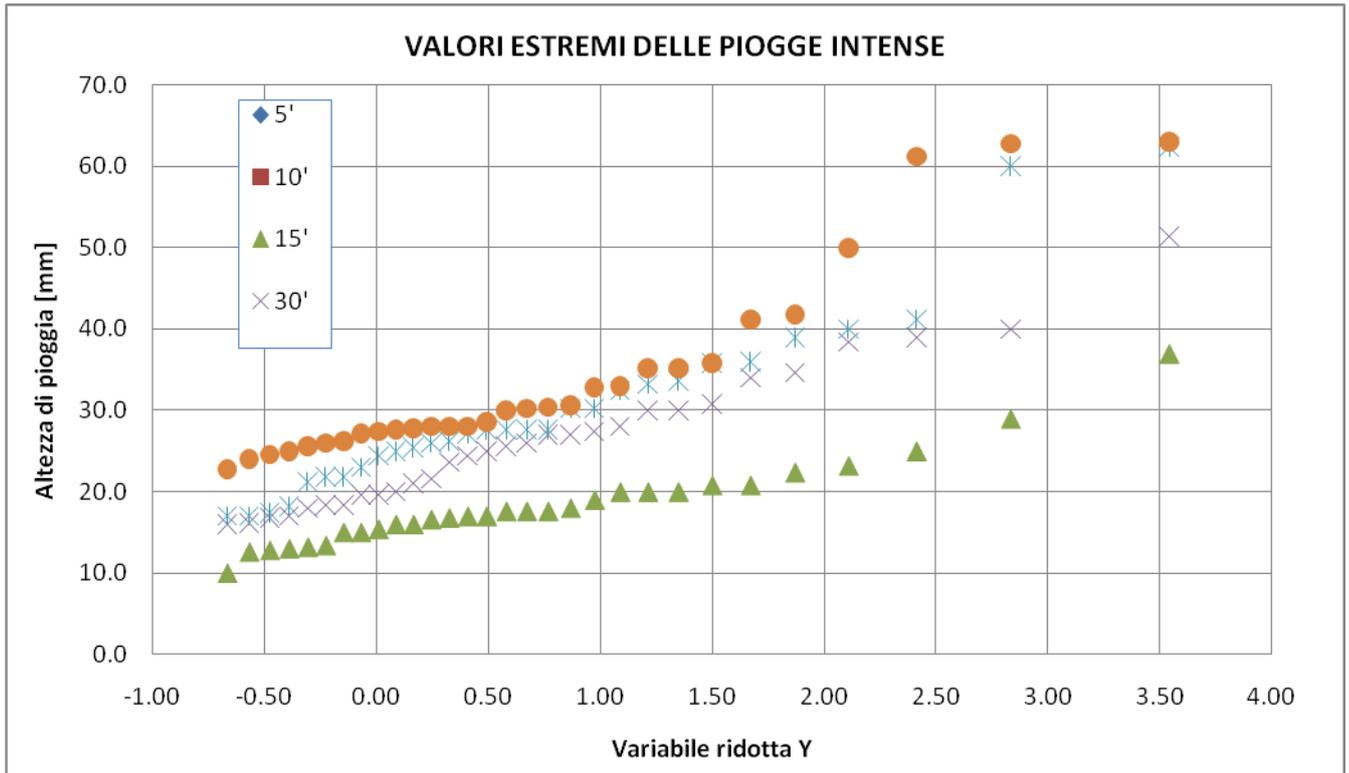


Figura 15: regolarizzazione nel piano di Gumbel degli scrosci di Villorba

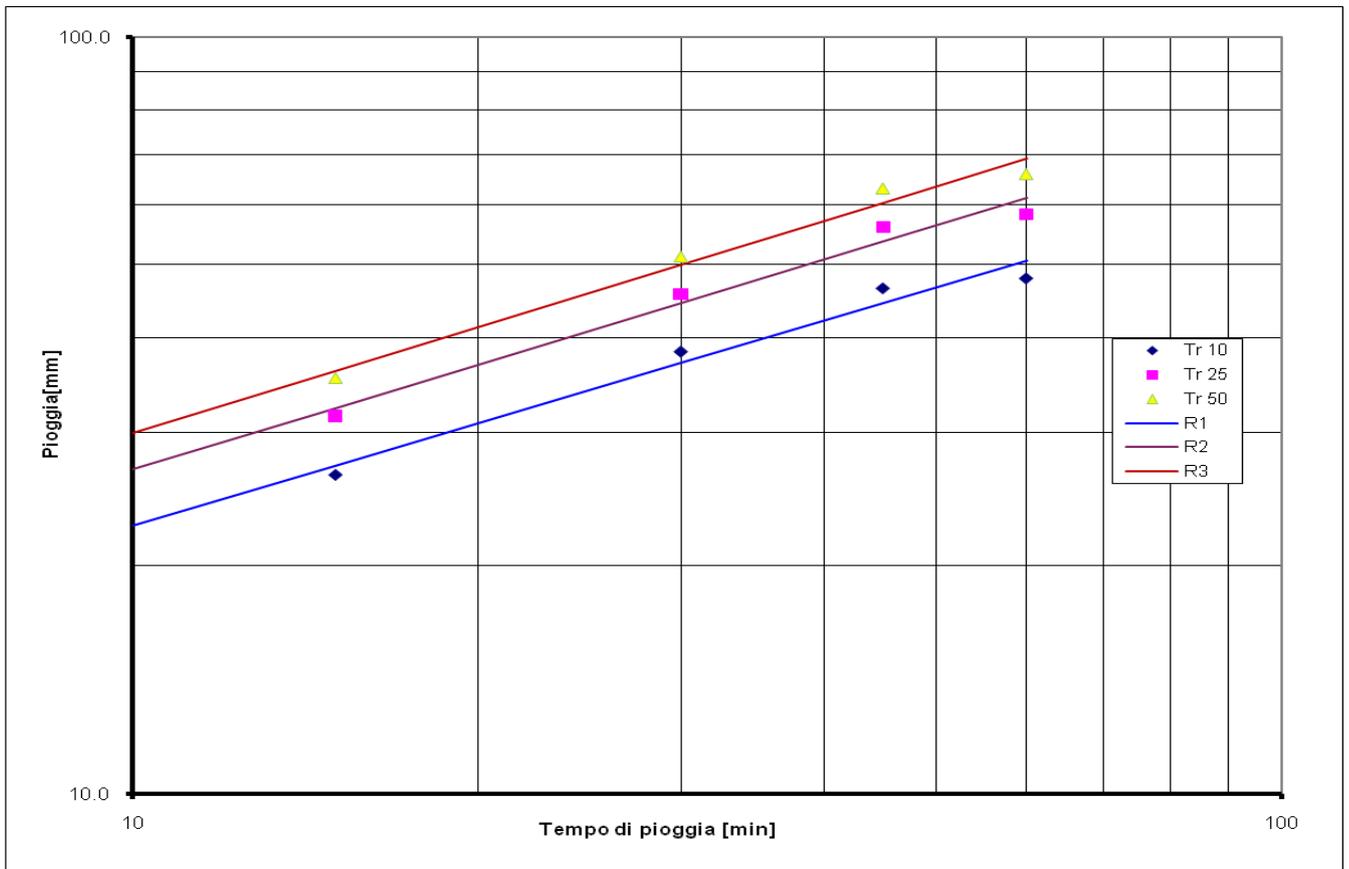


Figura 16: rette interpolanti nel piano di Gumbel degli scrosci di Villorba

Si è quindi in grado di definire le curve di possibilità pluviometriche per le stazioni analizzate relativamente agli scrosci; esprimendo la durata in minuti si ottiene:

Tr	TRISSINO		MALO		MONTECCHIO P.		BREGANZE	
	a	n	a	n	a	n	a	n
10	6.36	0.51	5.09	0.63	6.44	0.56	7.85	0.49
25	7.41	0.51	5.82	0.63	7.50	0.57	8.92	0.50
50	8.19	0.51	6.36	0.64	8.30	0.58	9.72	0.51

Tr	ROSÀ		CASTELFRANCO		VOLPAGO		VILLORBA	
	a	n	a	n	a	n	a	n
10	6.90	0.55	8.60	0.40	8.07	0.49	8.03	0.45
25	7.58	0.56	9.94	0.41	9.44	0.49	9.28	0.46
50	8.10	0.57	10.93	0.41	10.46	0.49	10.22	0.47

Tabella 12: curve di possibilità pluviometrica relative agli scrosci

Nella Tabella 12 sono riportati i risultati dell'elaborazione per l'ottenimento della classica curva esponenziale di possibilità pluviometrica dove il tempo t è espresso in minuti:

$$h = a t^n \quad [\text{mm}]$$

dove t = durata della precipitazione [minuti]

A partire dai dati a disposizione si sono individuati due ambiti climatici approssimativamente omogenei - corrispondenti alle due province interessate dal tracciato della nuova superstrada, Vicenza e Treviso - e si sono calcolati quindi i valori medi dei coefficienti a ed n delle curve di possibilità pluviometrica, ottenendo i risultati riportati di seguito.

- Per la provincia di Vicenza (Trissino - Malo - Montecchio P. - Breganze - Rosà)

$$h = a t^{0.55} \quad [\text{mm}]$$

dove : a = 6.53 Tr = 10

a = 7.45 Tr = 25

a = 8.13 Tr = 50

- Per la provincia di Treviso (Castelfranco - Volpago - Villorba)

$$h = a t^{0.45} \quad [\text{mm}]$$

dove : a = 8.23 Tr = 10

a = 9.55 Tr = 25

a = 10.53 Tr = 50

3.2.2 Analisi delle piogge orarie

Le elaborazioni dei dati relativi alle piogge orarie sono riassunte nei grafici seguenti.

L'elaborazione in questo caso non avviene più su durate espresse in minuti ma in ore.

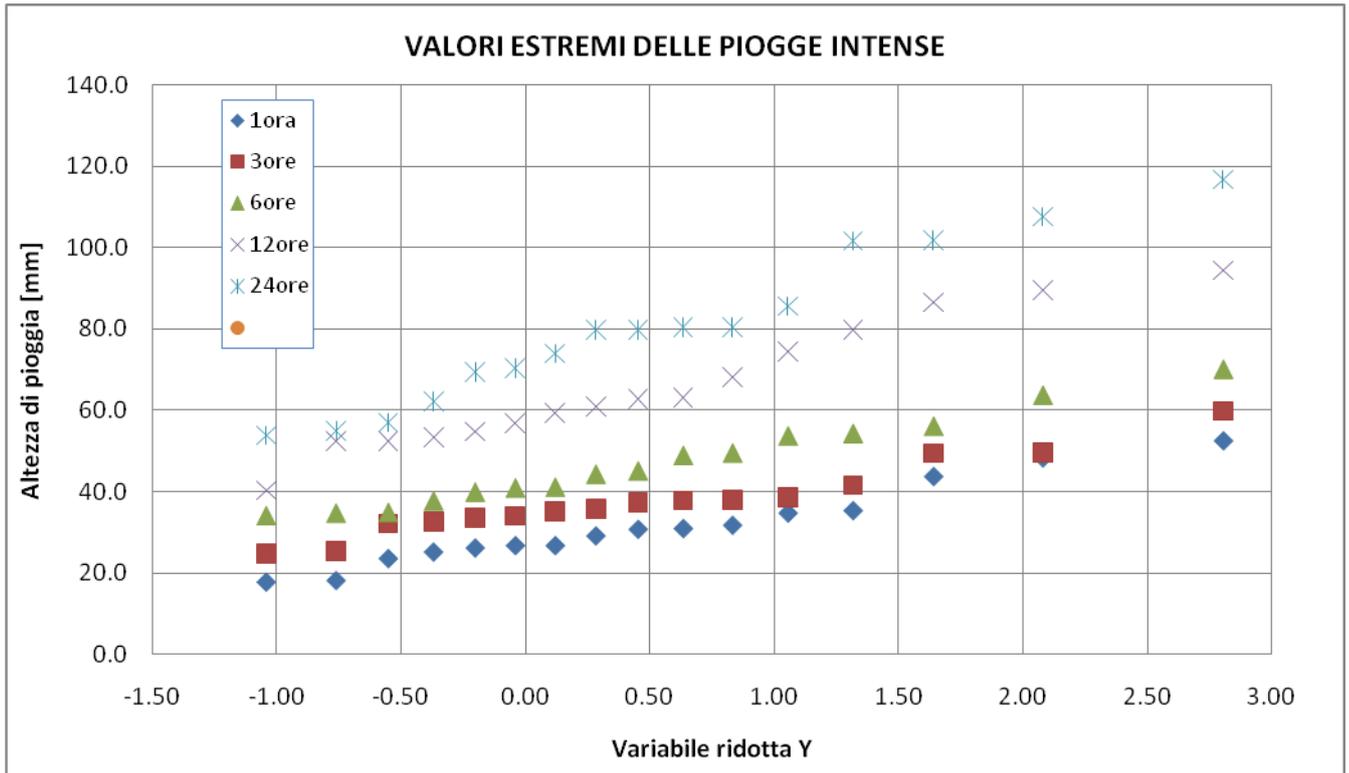


Figura 17: regolarizzazione nel piano di Gumbel delle piogge orarie di Trissino

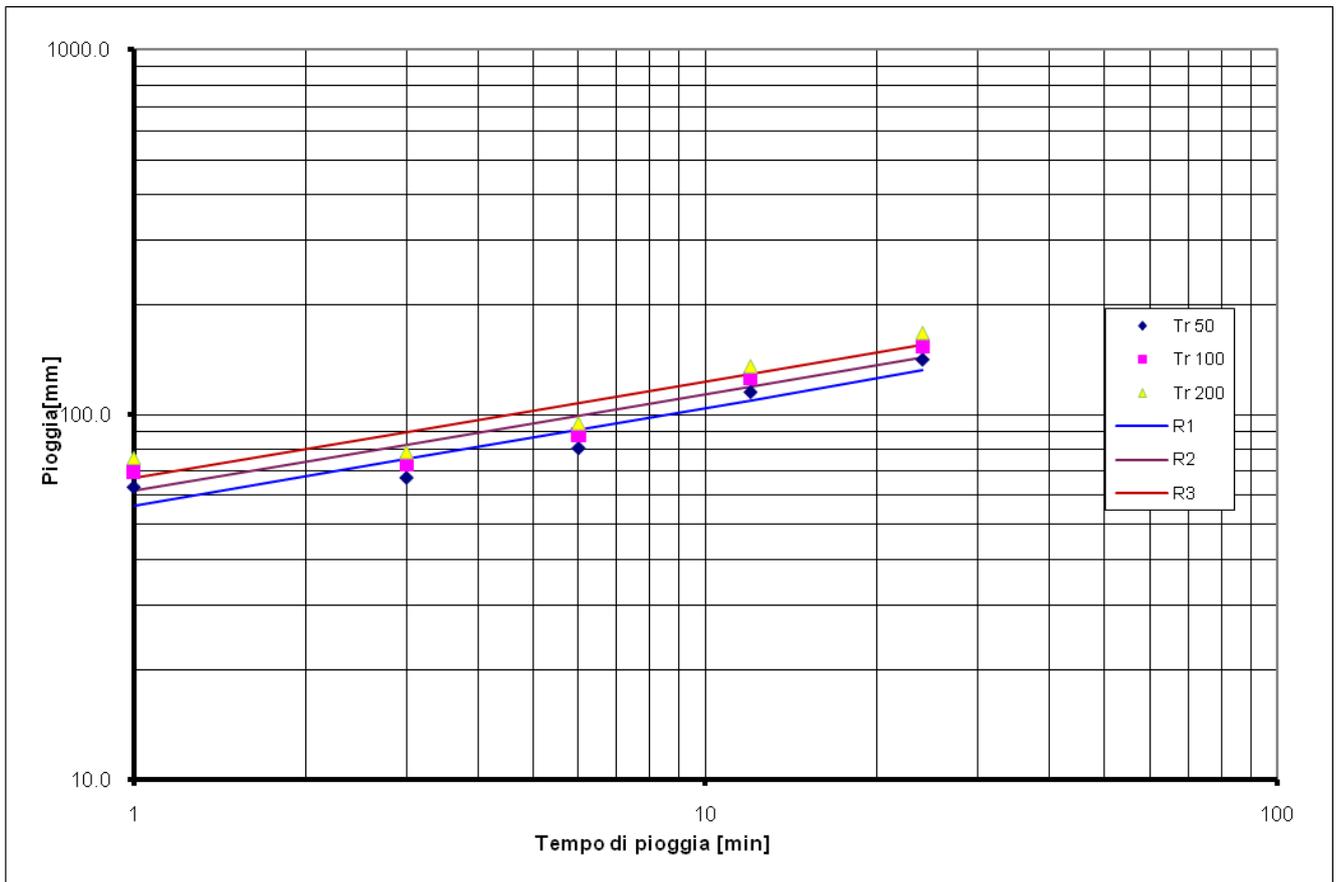


Figura 18: rette interpolanti nel piano di Gumbel delle piogge orarie di Trissino

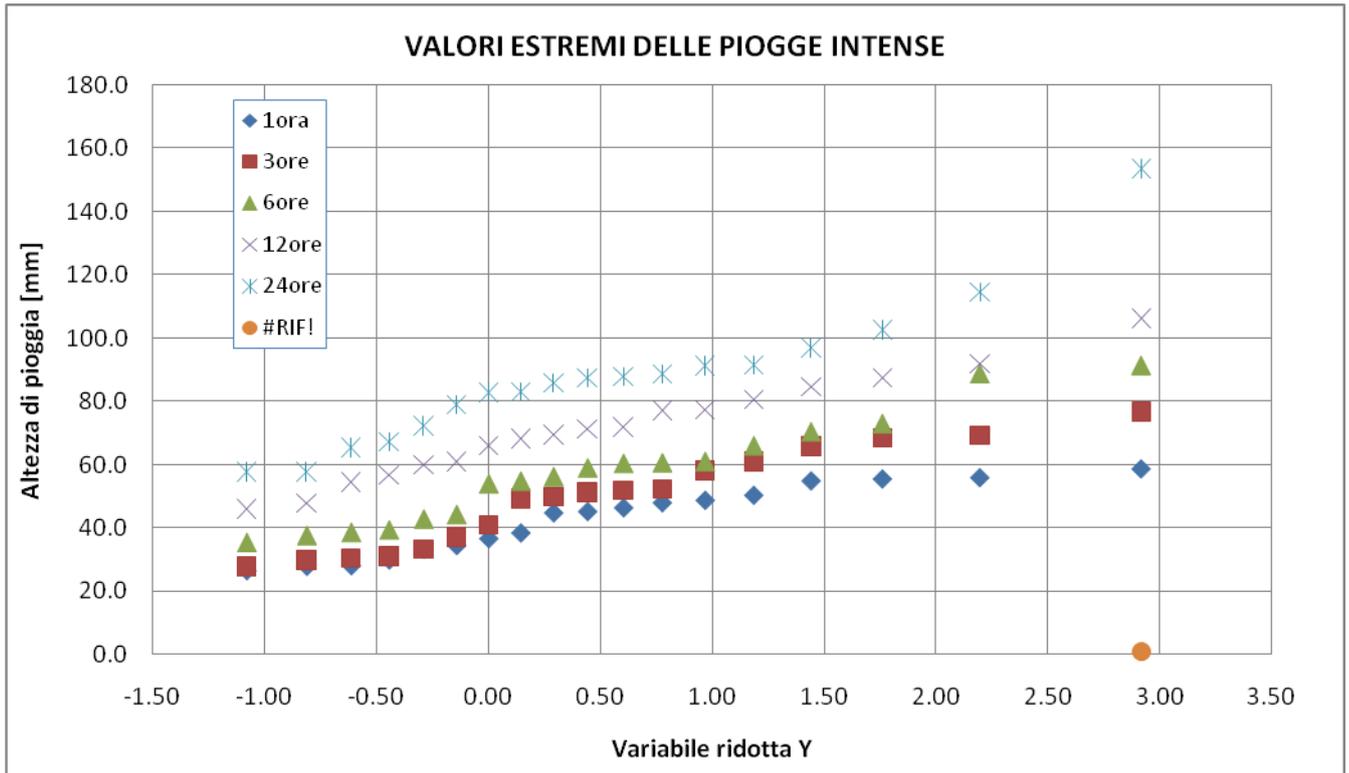


Figura 19: regolarizzazione nel piano di Gumbel delle piogge orarie di Malo

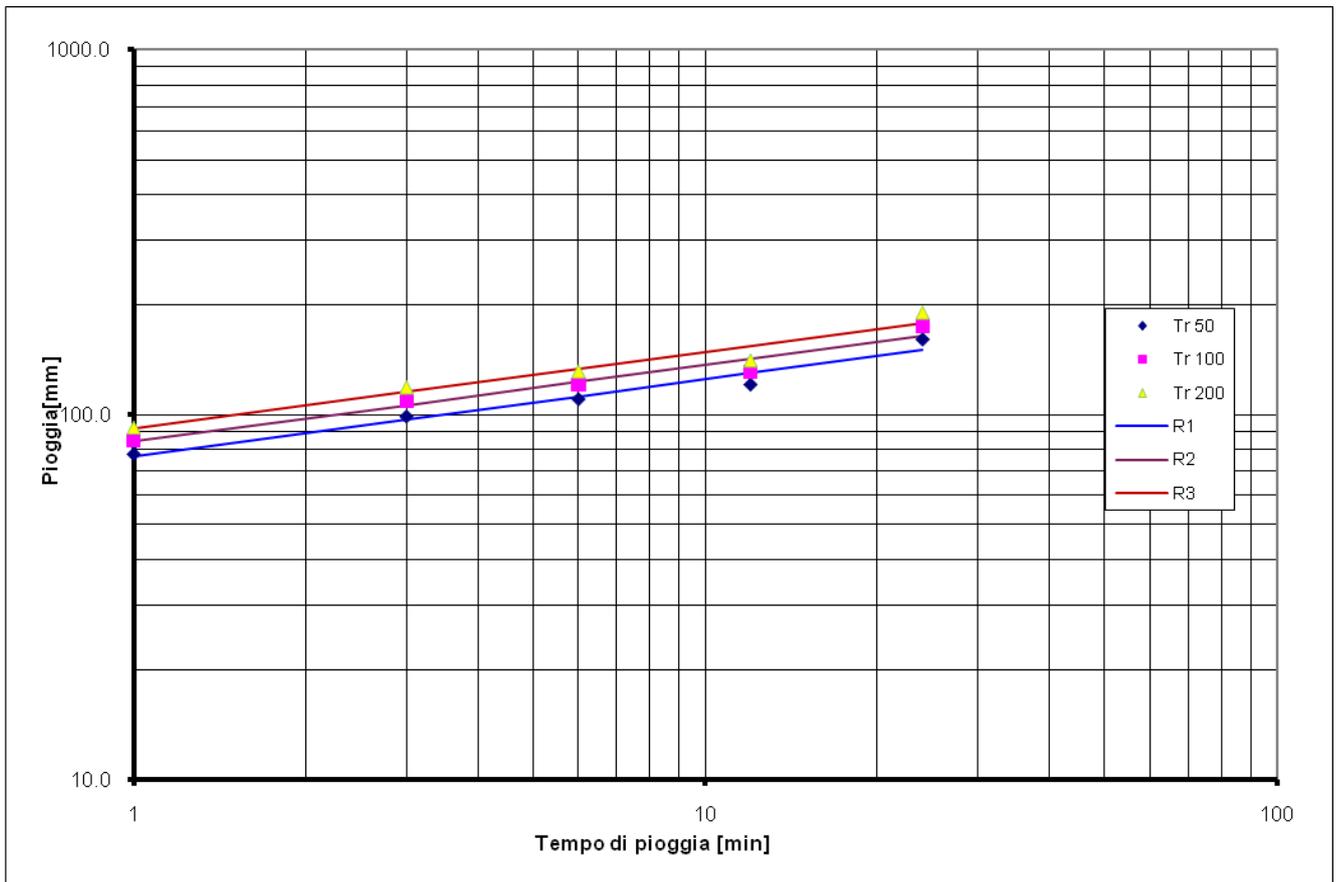


Figura 20: rette interpolanti nel piano di Gumbel delle piogge orarie di Malo

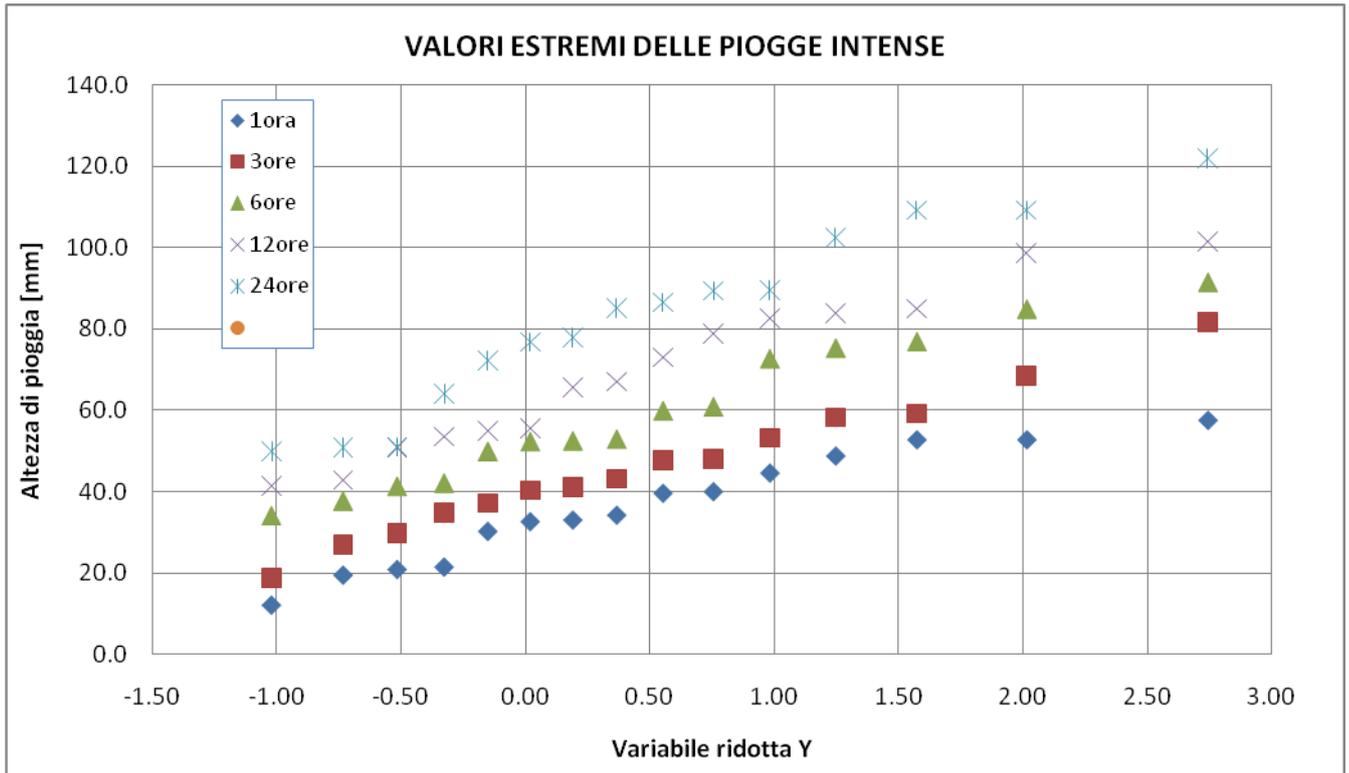


Figura 21: regolarizzazione nel piano di Gumbel delle piogge orarie di Montecchio Precalcino

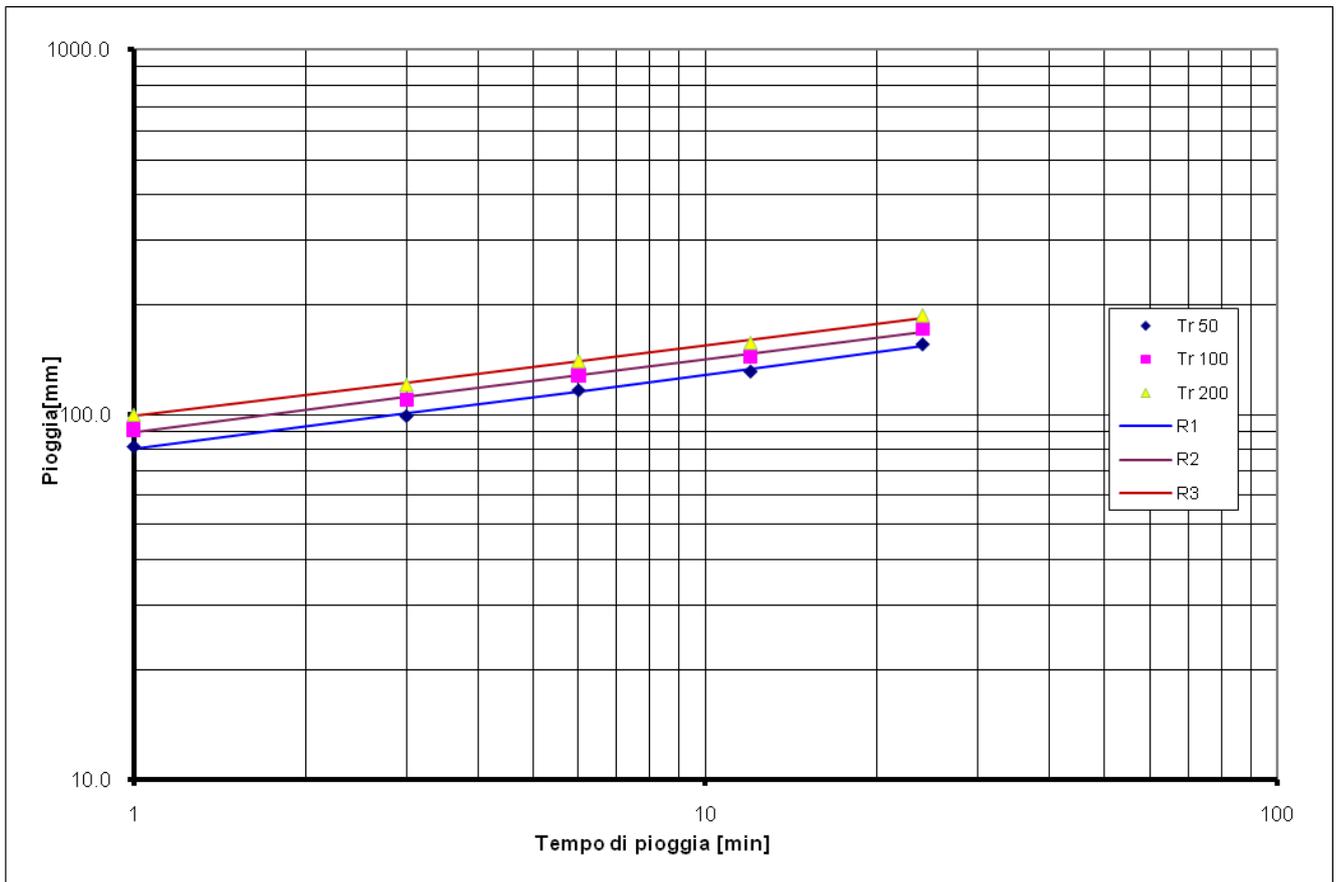


Figura 22: rette interpolanti nel piano di Gumbel delle piogge orarie di Montecchio Precalcino

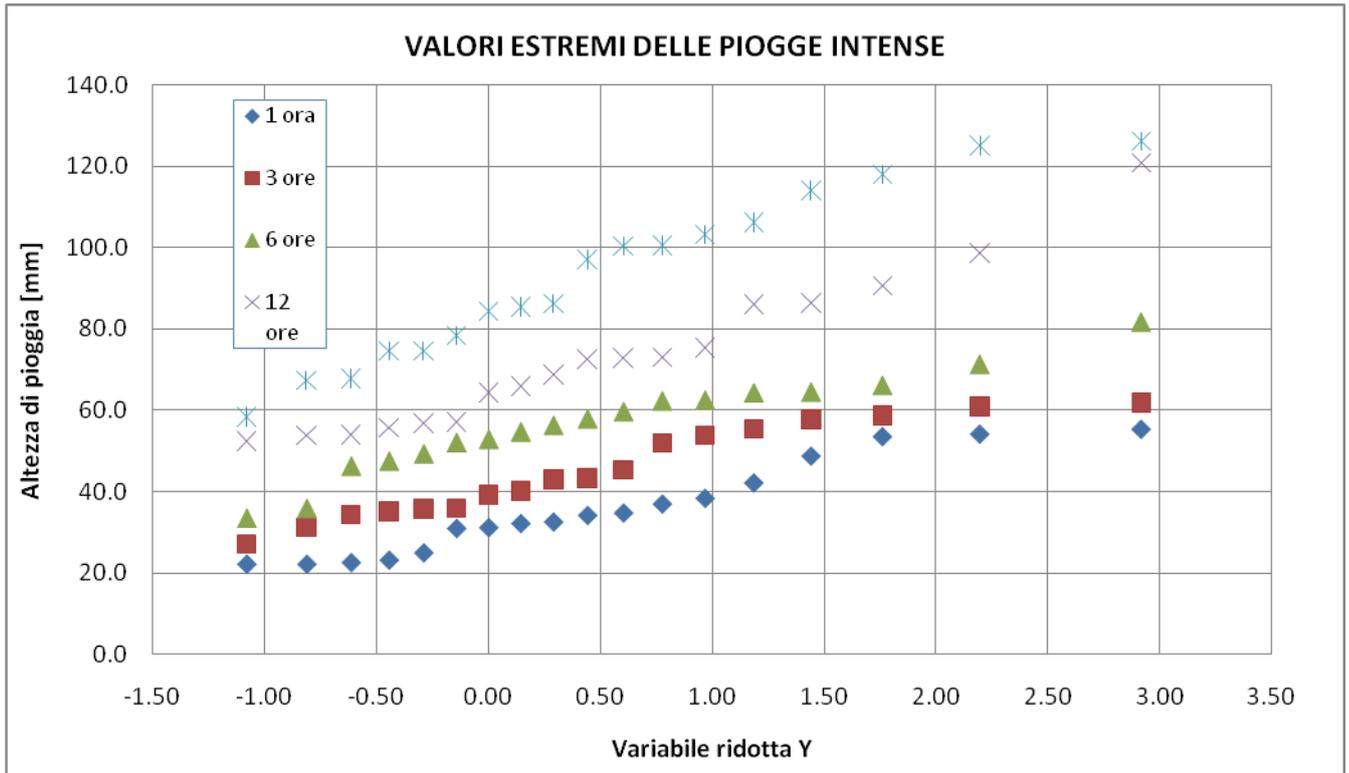


Figura 23: regolarizzazione nel piano di Gumbel delle piogge orarie di Breganze

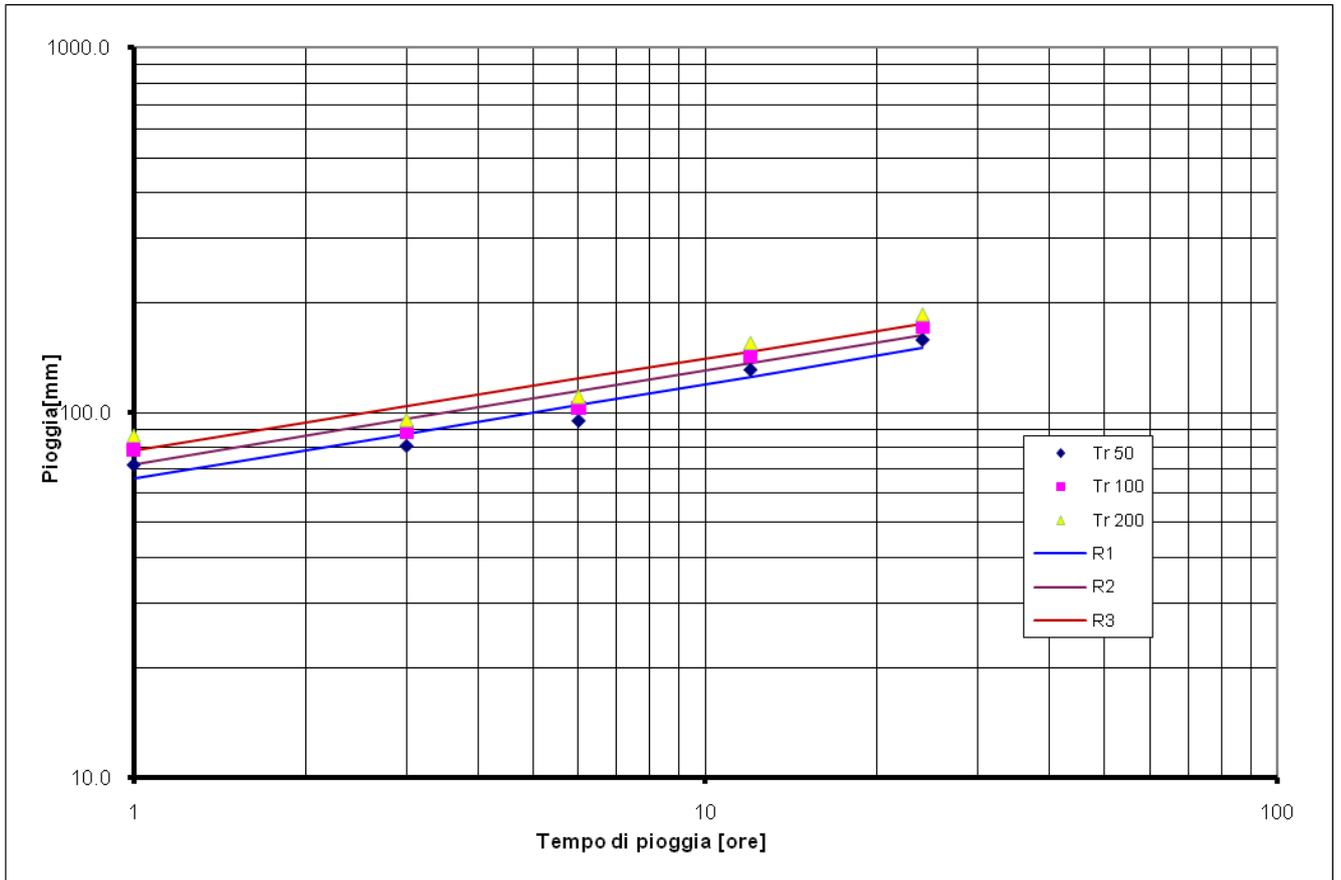


Figura 24: rette interpolanti nel piano di Gumbel delle piogge orarie di Breganze

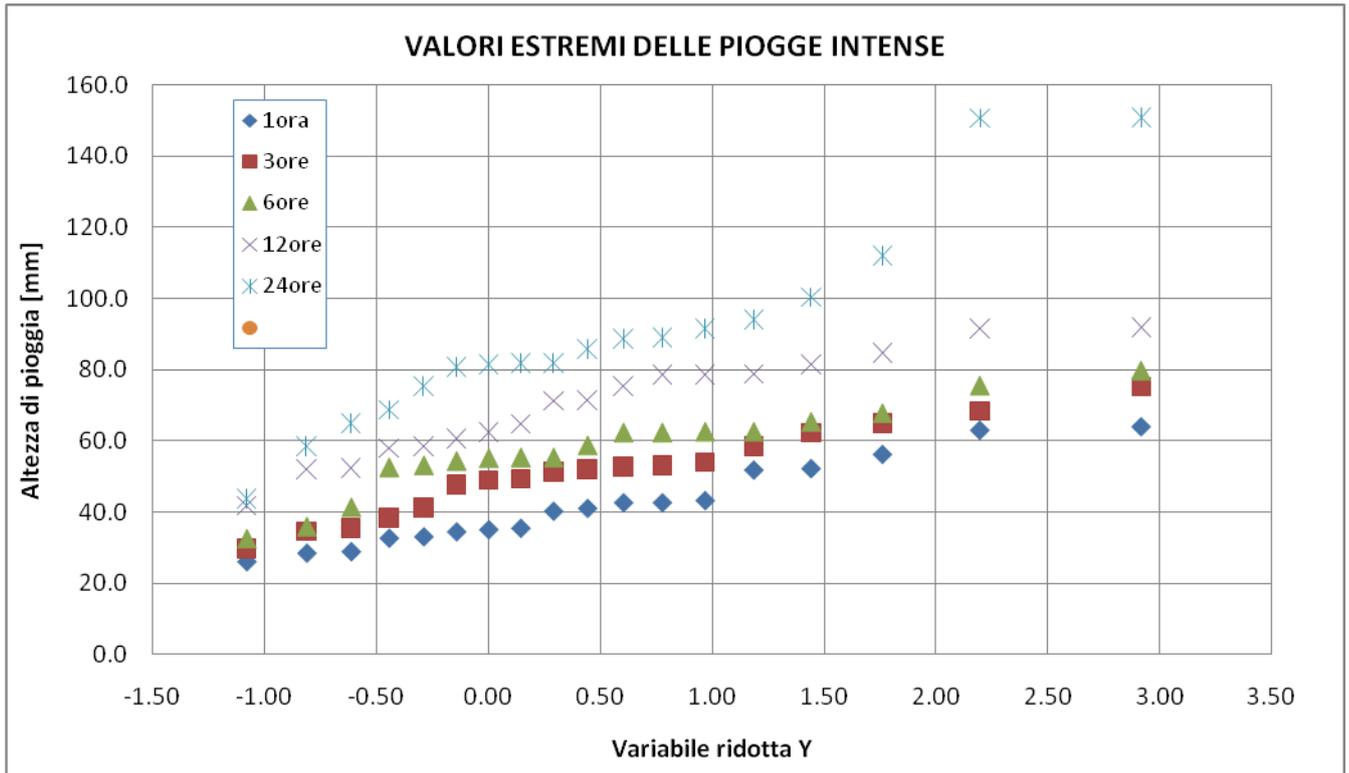


Figura 25: regolarizzazione nel piano di Gumbel delle piogge orarie di Rosà

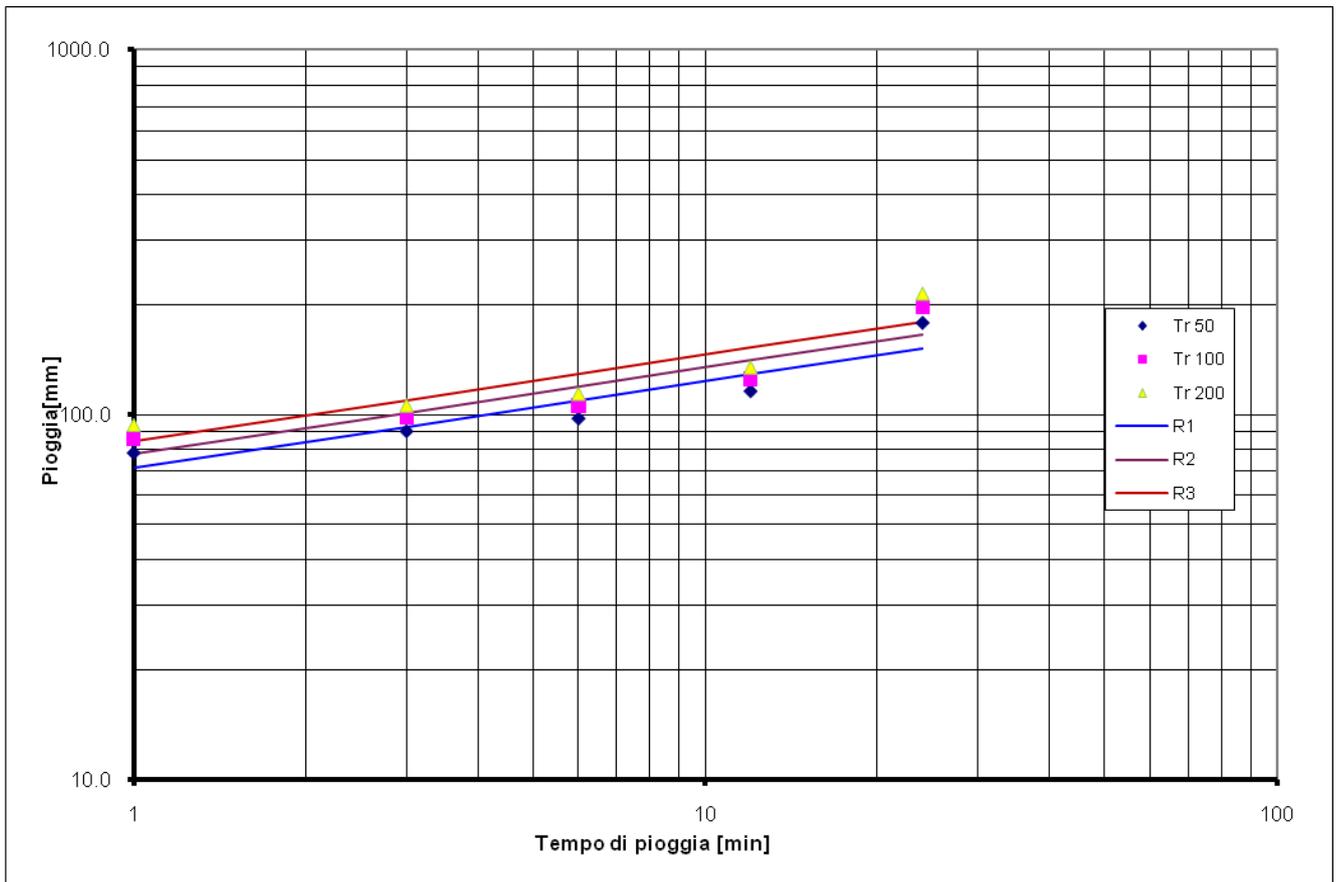


Figura 26: rette interpolanti nel piano di Gumbel delle piogge orarie di Rosà

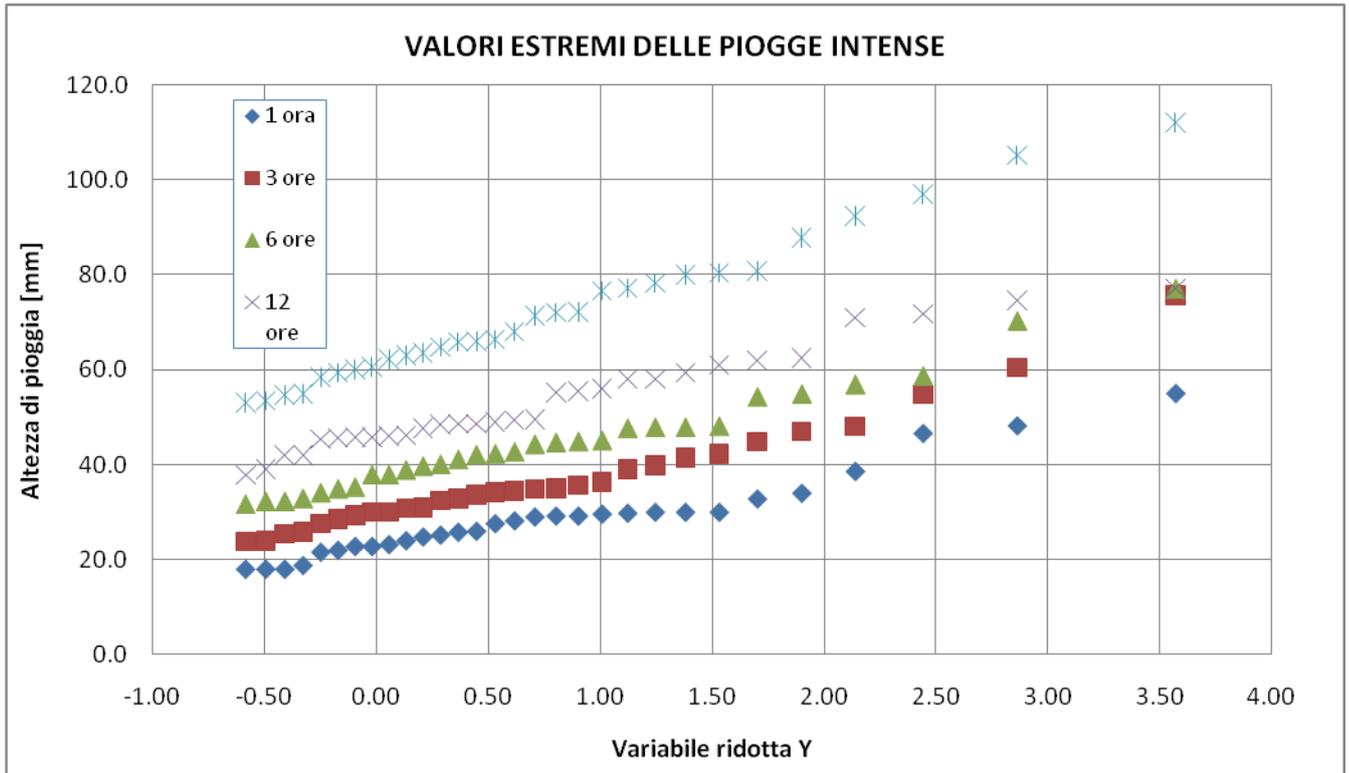


Figura 27: regolarizzazione nel piano di Gumbel delle piogge orarie di Castelfranco

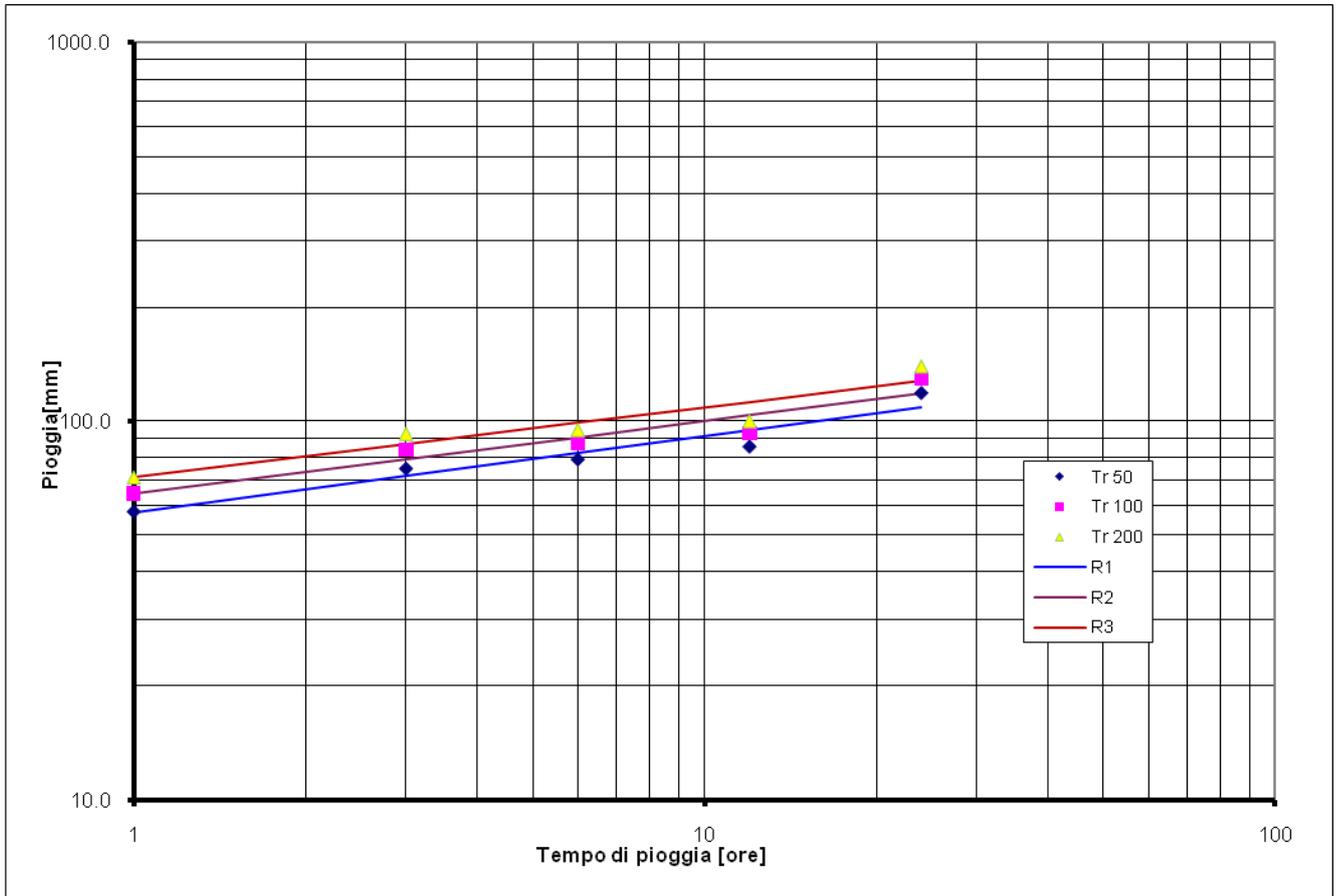


Figura 28: rette interpolanti nel piano di Gumbel delle piogge orarie di Castelfranco

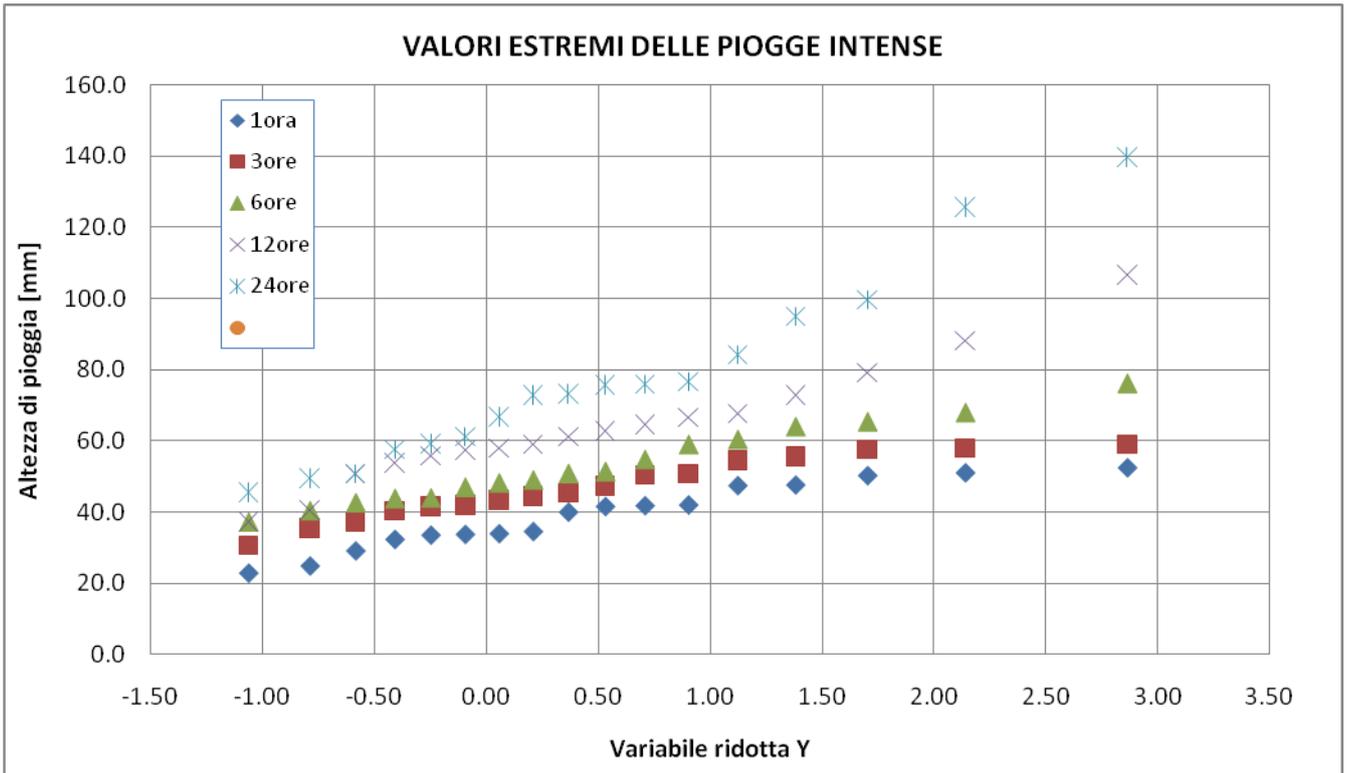


Figura 29: regolarizzazione nel piano di Gumbel delle piogge orarie di Volpago

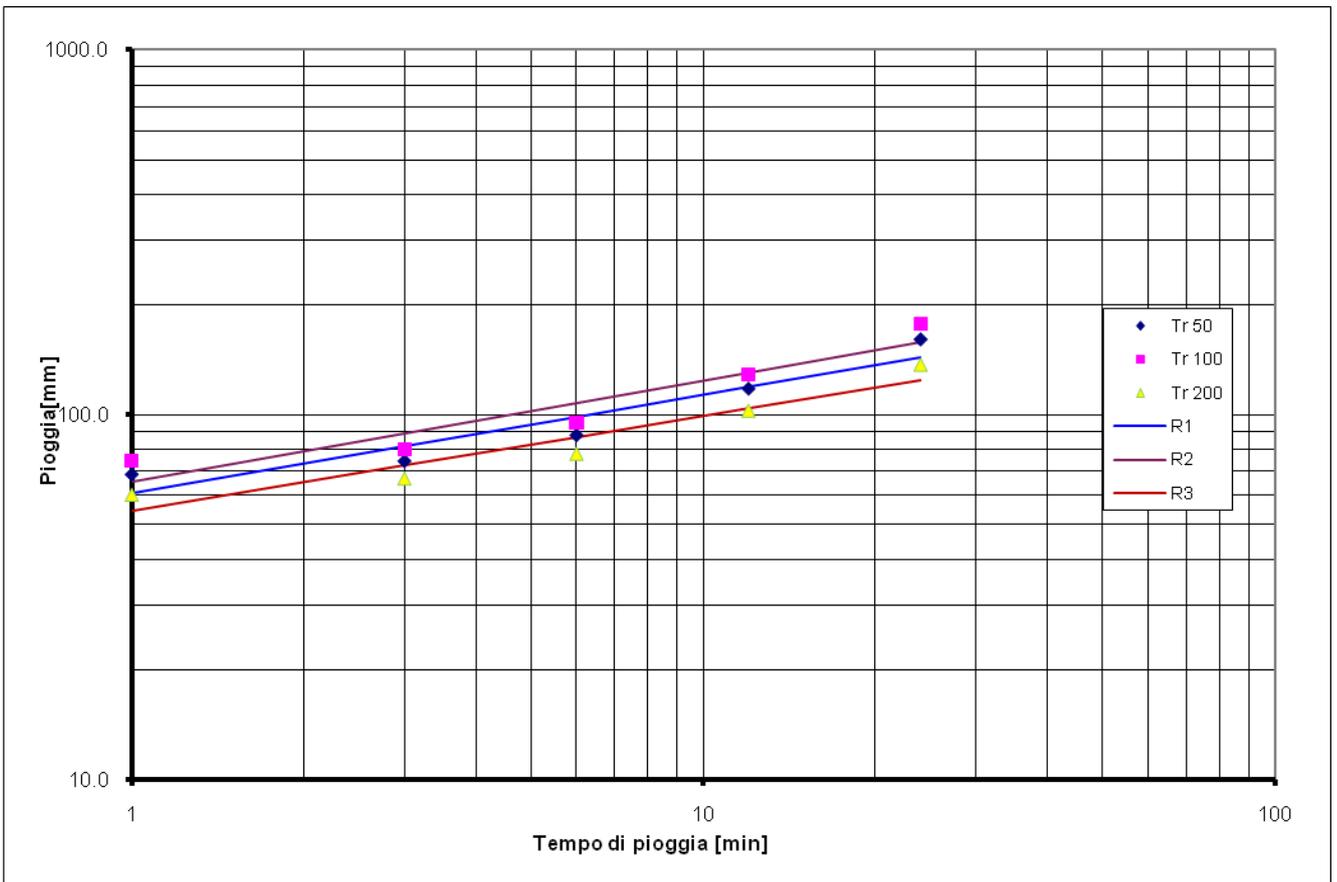


Figura 30: rette interpolanti nel piano di Gumbel delle piogge orarie di Volpago

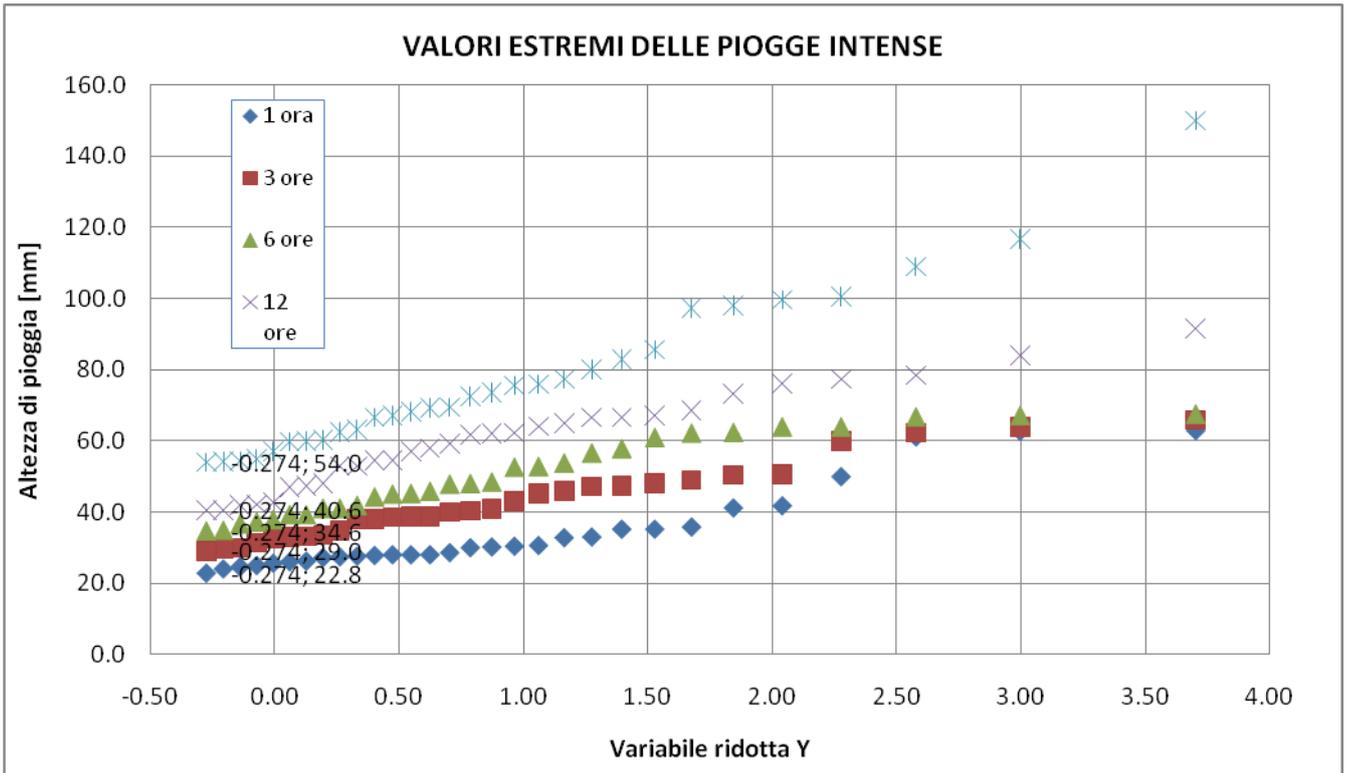


Figura 31: regolarizzazione nel piano di Gumbel delle piogge orarie di Villorba

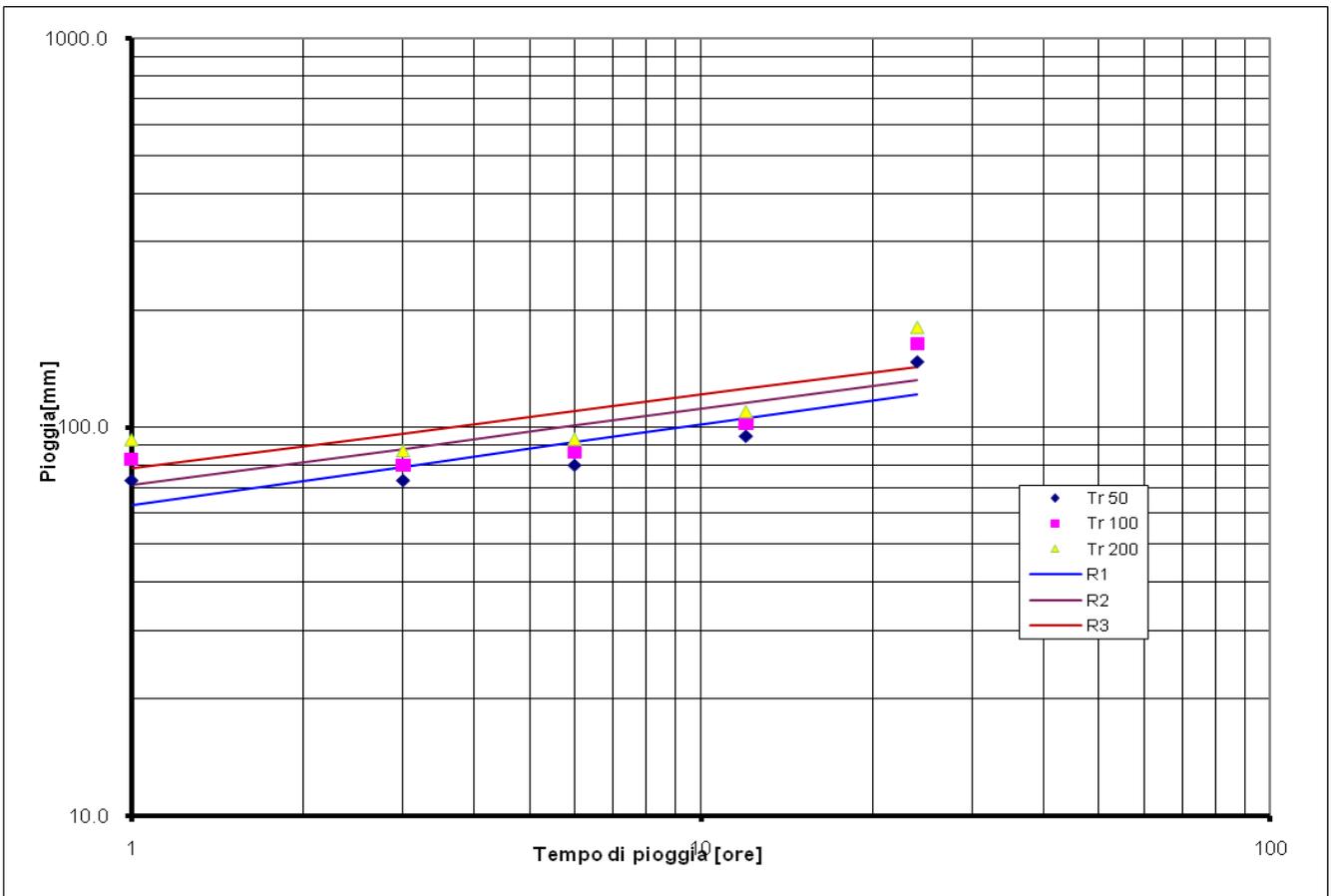


Figura 32: rette interpolanti nel piano di Gumbel delle piogge orarie di Villorba

Si è quindi in grado di definire le curve di possibilità pluviometrica per le stazioni analizzate relativamente alle piogge orarie; esprimendo la durata in minuti si ottiene:

Tr	TRISSINO		MALO		MONTECCHIO P.		BREGANZE	
	a	n	a	n	a	n	a	n
10	56.20	0.27	76.75	0.21	80.42	0.20	65.78	0.26
25	61.75	0.27	84.30	0.21	89.66	0.20	72.34	0.26
50	67.27	0.26	91.82	0.21	98.88	0.19	78.88	0.25

Tr	ROSÀ		CASTELFRANCO		VOLPAGO		VILLORBA	
	a	n	a	n	a	n	a	n
10	71.36	0.24	57.25	0.20	60.86	0.27	63.20	0.21
25	77.83	0.24	64.27	0.19	65.69	0.28	70.77	0.20
50	84.28	0.24	71.26	0.18	54.42	0.26	78.29	0.19

Tabella 13: curve di possibilità pluviometrica relative alle piogge orarie

Nella Tabella 13 sono riportati i risultati dell'elaborazione per l'ottenimento della curva esponenziale di possibilità pluviometrica:

$$h = a t^n \quad [\text{mm}]$$

dove: t = durata della precipitazione [ore]

In questo caso si è ritenuto più opportuno non individuare delle zone climatiche omogenee ma utilizzare i dati di pioggia per ogni singolo bacino idrografico, prendendo la stazione più vicina al baricentro del bacino stesso.