

LAVORI DI COLLEGAMENTO TRA LA S.S.11 A MAGENTA E LA TANGENZIALE OVEST DI MILANO

VARIANTE DI ABBIATEGRASSO E ADEGUAMENTO IN SEDE DEL TRATTO ABBIATEGRASSO-VIGEVANO FINO AL PONTE SUL FIUME TICINO

1° STRALCIO DA MAGENTA A VIGEVANO - TRATTA C

PROGETTO ESECUTIVO

 <p>Ing. Renato Vaira Ordine degli Ingg. di Torino e Provincia n° 4863 W)</p>	 <p>Ing. Valerio Bajetti Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-28211</p>	<p>ING. RENATO DEL PRETE</p> <p>Ing. Renato Del Prete Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5073</p>	 <p>Arch. Nicoletta Frattini Ordine degli Arch. di Torino e provincia n° A-8433</p>	 <p>Ing. Gabriele Incecchi Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-12102</p>
	 <p>Società designata: GA&M</p> <p>Prof. Ing. Matteo Ranieri Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1137</p>	<p>SETAC Srl Servizi & Engineering Trasporti Ambiente Costruzioni</p> <p>Prof. Ing. Luigi Monterisi Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1771</p>	<p>ARKE' INGEGNERIA S.r.l. Via Impresatore, Trabano (CA) - 70126 Bari</p> <p>Ing. Gioacchino Angarano Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5970</p>	<p>DOTT. GEOL. DANILO GALLO</p> <p>Dott. Geol. Danilo Gallo Ordine dei Geologi della Regione Puglia n° 588</p>

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO



Dott. Ing. Giuseppe Danilo MALGERI

INTEGRATORE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE



Ing. Valerio BAJETTI

GEOLOGO



Prof. Ing. Geol. Luigi MONTERISI

IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE



Ing. Gianluca CICIRIELLO

F002

F - PROGETTO IDRAULICO
F0 - ELABORATI DI INQUADRAMENTO GENERALE
RELAZIONE IDROLOGICA

CODICE PROGETTO PROGETTO LIV. PROG. N. PROG. LO203 E 1801		NOME FILE F002-T00ID00IDRRE02_B.dwg		REVISIONE B	SCALA: -----
CODICE ELAB. T00ID00IDRRE02					
C					
B	EMISSIONE A SEGUITO DI RAPPORTO INTERMEDIO DI VERIFICA ITCF-C186001-05-ATF-RA-00001	FEBBRAIO 2019	ING. FABRIZIO BAJETTI	ING. GAETANO RANIERI	ING. VALERIO BAJETTI
A	EMISSIONE	SETTEMBRE 2018	ING. FABRIZIO BAJETTI	ING. GAETANO RANIERI	ING. VALERIO BAJETTI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	2
2	CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA.....	3
2.1	CALCOLO DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA PER GLI EVENTI DI PIOGGE INTENSE DI BREVE DURATA CON IL METODO DI BELL.....	7
2.2	CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA ADOTTATA.....	11
3	TEMPI DI RITORNO.....	11

1 PREMESSA

Il presente progetto riguarda il primo stralcio funzionale del “Collegamento tra la SS 11 “Padana Superiore” a Magenta e la Tangenziale ovest di Milano, con Variante di Abbiategrasso e adeguamento in sede del tratto della S.S. n. 494 da Abbiategrasso fino al nuovo ponte sul Ticino”, opera inquadrata nel complesso di interventi di adeguamento e potenziamento della viabilità di connessione all’Aeroporto di Malpensa volti a migliorare, con l’avvenuta entrata in esercizio del tratto Malpensa-Boffalora, l’accessibilità veloce all’aerostazione dal bacino sud-ovest milanese.

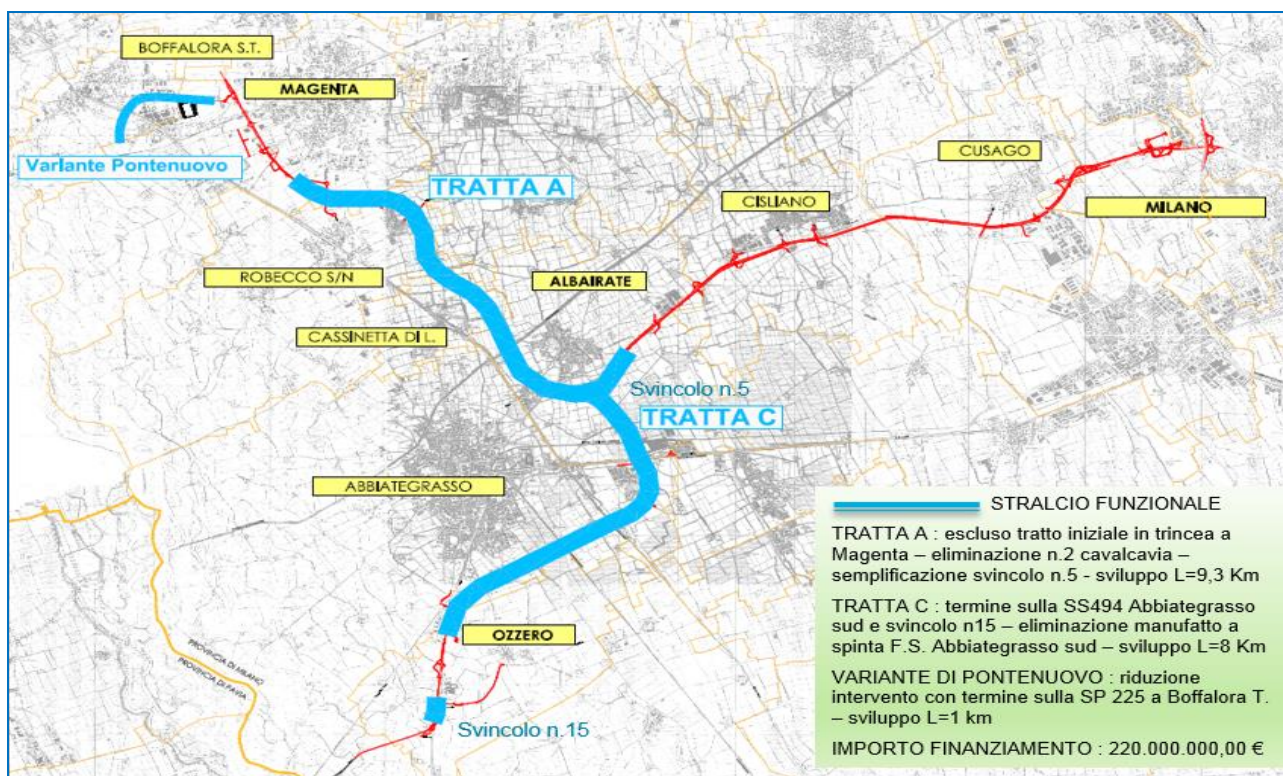


Figura 1-1 – Inquadramento generale con evidenziato lo stralcio funzionale.

Gli obiettivi principali perseguiti nella sistemazione idraulica dell’area interessata dal tracciato stradale in particolare hanno riguardato quanto di seguito:

- Il mantenimento della continuità idraulica di tutta la rete idrografica naturale e di scolo superficiale interferita, e la conservazione, per quanto possibile, dell’originaria disposizione dei corsi d’acqua, ricucendo opportunamente la rete idraulica interferita.
- Gli attraversamenti principali della piattaforma stradale saranno effettuati con manufatti ispezionabili;
- Impedire che le eventuali modifiche al regime dei corsi d’acqua, create a valle delle opere progettate, inneschino fenomeni di erosione e di dissesto degli alvei esistenti;
- La difesa delle opere stradali dall’azione erosiva delle acque provenienti da monte;
- L’evacuazione delle acque meteoriche ricadenti sulle superfici stradali e sulle pertinenze, laminate come prescritto dal criterio di invarianza idraulica sancito dalla Regione Lombardia;

Nella presente relazione vengono illustrate le elaborazioni idrologiche, alla base per il dimensionamento e la verifica dei manufatti idraulici di raccolta, trasporto e trattamento delle acque di piattaforma.

Il progetto è suddiviso in tre tratte principali:

- Tratta A: Magenta-Milano;
- Tratta C: Albairate-Ozzero;

- Variante Pontenuovo.

La progettazione del sistema di drenaggio è stata sviluppata sulla base dei seguenti riferimenti normativi:

- T.U. sulle acque D.Lgs. n. 152/2006.
- Legge Regionale della Lombardia n.26 del 12/12/2003.
- Regolamento regionale 24 marzo 2006, n° 3 e 4.

2 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Per stimare il contributo idrologico sulla superficie stradale vengono utilizzati modelli di trasformazione afflussi-deflussi che a partire da precipitazioni puntuali note forniscono il corrispondente andamento nel tempo delle portate.

L'applicazione di tali modelli necessita quindi della conoscenza del regime delle precipitazioni di forte intensità nel territorio di interesse. Come è noto tale regime si sintetizza nelle cosiddette curve di possibilità pluviometrica, che possono essere espresse nella seguente forma:

$$h = at^n$$

dove:

- h: altezza di pioggia [mm],
- t: durata della precipitazione [ore],
- a e n sono i due parametri stimati attraverso l'elaborazione statistica dei dati di pioggia disponibili

I valori di a ed n sono stati desunti sulla base dei dati elaborati da ARPA Lombardia e validi per le località in esame per durate di pioggia comprese tra 1 e 24 ore.

Per l'analisi dei dati relativi alle piogge con durata superiore all'ora si è fatto riferimento ai valori dei parametri messi a disposizione, per la zona ove insistono le opere in progetto, da ARPA Lombardia tramite il proprio Portale Idrologico Geografico.

ARPA LOMBARDIA ha svolto attività di aggiornamento della descrizione statistica delle precipitazioni intense sulla base di osservazioni storiche (1929-2001) di stazioni pluviometriche del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale e osservazioni recenti (1987-2011) ottenute da stazioni pluviometriche di proprietà dell'Agenzia.

I dati sono stati elaborati mediante un modello scala-invariante secondo la distribuzione probabilistica GEV (Generalized Extreme Value); i parametri ottenuti sono stati estesi a tutto il territorio regionale tramite tecniche di estrapolazione geostatistica.

Ai fini della determinazione della curva di possibilità pluviometrica da utilizzare si sono reperiti i dati di tre località, Magenta, Albairate e Abbiategrasso.

Di seguito si riportano le tabelle con i dati di precipitazione previsti relativi alle tre località e la tabella delle curve di possibilità pluviometrica relative alle tre località.

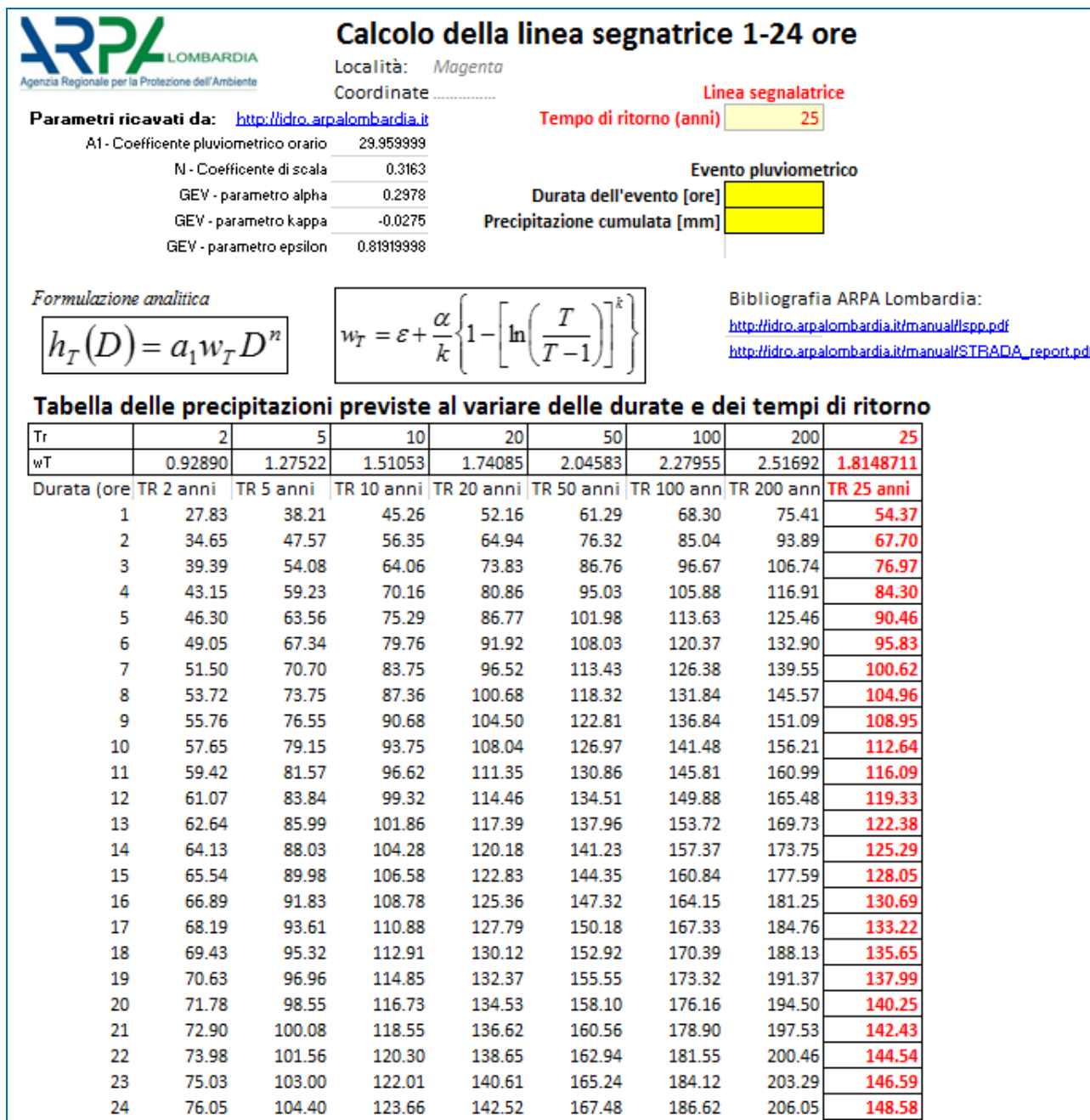


Figura 2-1 – Tabella dei valori di precipitazione relativi alla località di Magenta.

Agencia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: *Albairate*
 Coordinate:

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario	29.35
N - Coefficiente di scala	0.31099999
GEV - parametro alpha	0.29859999
GEV - parametro kappa	-0.0418
GEV - parametro epsilon	0.81419998

Linea segnatrice

Tempo di ritorno (anni)

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Bibliografia ARPA Lombardia:
<http://idro.arpalombardia.it/manual/lsp.pdf>
http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	25
wT	0.92448	1.27642	1.51878	1.75851	2.07972	2.32875	2.58422	1.836072
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 25 anni
1	27.13	37.46	44.58	51.61	61.04	68.35	75.85	53.89
2	33.66	46.48	55.30	64.03	75.72	84.79	94.09	66.85
3	38.18	52.72	62.73	72.63	85.90	96.19	106.74	75.84
4	41.76	57.66	68.60	79.43	93.94	105.19	116.73	82.94
5	44.76	61.80	73.53	85.14	100.69	112.75	125.12	88.90
6	47.37	65.40	77.82	90.11	106.57	119.33	132.42	94.08
7	49.70	68.62	81.64	94.53	111.80	125.19	138.92	98.70
8	51.80	71.53	85.11	98.54	116.54	130.49	144.81	102.89
9	53.74	74.19	88.28	102.22	120.89	135.36	150.21	106.73
10	55.53	76.67	91.22	105.62	124.91	139.87	155.22	110.28
11	57.20	78.97	93.97	108.80	128.67	144.08	159.89	113.60
12	58.77	81.14	96.54	111.78	132.20	148.03	164.27	116.71
13	60.25	83.18	98.98	114.60	135.53	151.76	168.41	119.66
14	61.65	85.12	101.29	117.27	138.69	155.30	172.34	122.45
15	62.99	86.97	103.48	119.82	141.70	158.67	176.08	125.10
16	64.27	88.73	105.58	122.25	144.58	161.89	179.65	127.64
17	65.49	90.42	107.59	124.57	147.33	164.97	183.07	130.07
18	66.66	92.04	109.52	126.81	149.97	167.93	186.35	132.40
19	67.80	93.60	111.38	128.96	152.51	170.77	189.51	134.64
20	68.89	95.11	113.17	131.03	154.96	173.52	192.56	136.81
21	69.94	96.56	114.90	133.03	157.33	176.17	195.50	138.90
22	70.96	97.97	116.57	134.97	159.63	178.74	198.35	140.93
23	71.95	99.33	118.20	136.85	161.85	181.23	201.11	142.89
24	72.90	100.66	119.77	138.67	164.01	183.64	203.79	144.79

Figura 2-2 – Tabella dei valori di precipitazione relativi alla località di Albairate.

ARPA LOMBARDIA
 Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: *Abbiategrasso*
 Coordinate

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario	29.120001
N - Coefficiente di scala	0.30809999
GEV - parametro alpha	0.29859999
GEV - parametro kappa	-0.0487
GEV - parametro epsilon	0.81209999

Linea segnatrice
 Tempo di ritorno (anni)

Evento pluviometrico
 Durata dell'evento [ore]
 Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Bibliografia ARPA Lombardia:
<http://idro.arpalombardia.it/manual/lsp.pdf>
http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	25
wT	0.92252	1.27675	1.52226	1.76635	2.09528	2.35173	2.61607	1.8455858
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 25 anni
1	26.86	37.18	44.33	51.44	61.01	68.48	76.18	53.74
2	33.26	46.03	54.88	63.68	75.54	84.79	94.32	66.54
3	37.69	52.16	62.18	72.16	85.59	96.07	106.87	75.39
4	41.18	56.99	67.95	78.84	93.52	104.97	116.77	82.38
5	44.11	61.04	72.78	84.45	100.18	112.44	125.08	88.24
6	46.66	64.57	76.99	89.33	105.97	118.94	132.31	93.34
7	48.93	67.71	80.73	93.68	111.12	124.73	138.74	97.88
8	50.98	70.56	84.12	97.61	115.79	129.96	144.57	101.99
9	52.87	73.16	87.23	101.22	120.07	134.77	149.91	105.76
10	54.61	75.58	90.11	104.56	124.03	139.21	154.86	109.25
11	56.24	77.83	92.80	107.68	127.73	143.36	159.48	112.51
12	57.76	79.95	95.32	110.60	131.20	147.26	163.81	115.56
13	59.21	81.94	97.70	113.36	134.47	150.93	167.90	118.45
14	60.57	83.83	99.95	115.98	137.58	154.42	171.78	121.18
15	61.88	85.63	102.10	118.47	140.54	157.74	175.47	123.79
16	63.12	87.35	104.15	120.85	143.36	160.90	178.99	126.27
17	64.31	89.00	106.12	123.13	146.06	163.94	182.37	128.66
18	65.45	90.58	108.00	125.32	148.66	166.85	185.61	130.94
19	66.55	92.10	109.82	127.42	151.15	169.65	188.72	133.14
20	67.61	93.57	111.57	129.45	153.56	172.36	191.73	135.26
21	68.63	94.99	113.25	131.41	155.89	174.97	194.63	137.31
22	69.63	96.36	114.89	133.31	158.14	177.49	197.44	139.29
23	70.59	97.69	116.47	135.15	160.32	179.94	200.17	141.21
24	71.52	98.98	118.01	136.93	162.43	182.31	202.81	143.08

Figura 2-3 – Tabella dei valori di precipitazione relativi alla località di Abbiategrasso.

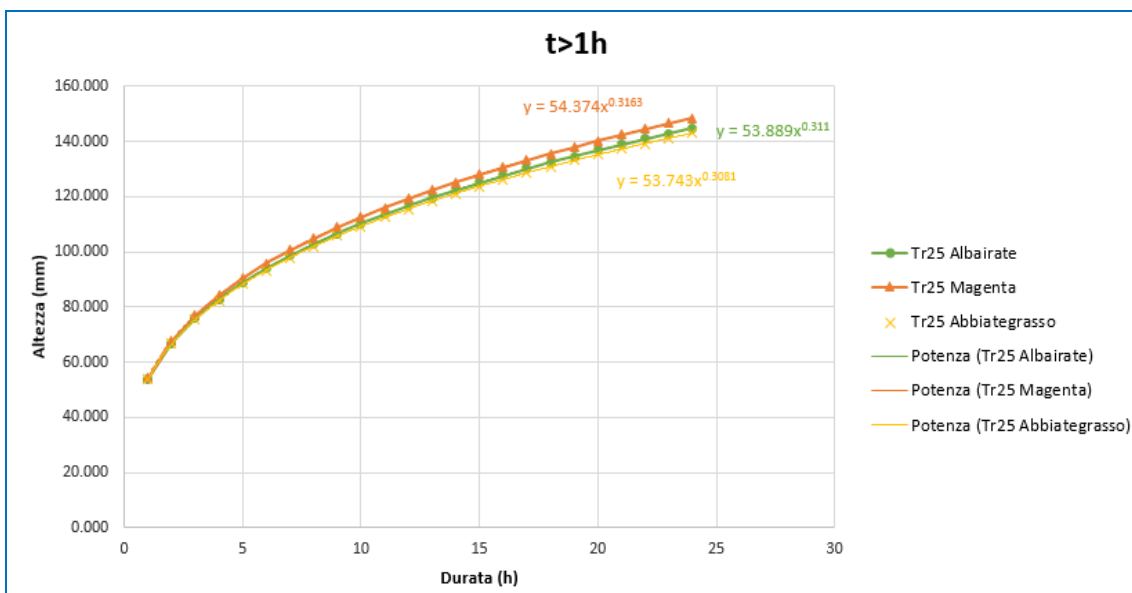


Figura 2-4 – Curve di possibilità pluviometrica relative alla località di Magenta, Albairate e Abbiategrasso.

Ai fini della progettazione delle opere di drenaggio è stata utilizzata la curva di possibilità pluviometrica relativa alla località di Magenta, che risulta caratterizzata dai valori di precipitazione più elevati: ciò a favore della sicurezza.

Tr (anni)	2	5	10	20	50	100	200	25
wT	0,92948	1,27489	1,50912	1,73803	2,04061	2,27209	2,50685	1,811519
a	27,9	38,3	45,4	52,2	61,3	68,3	75,4	54,45427

2.1 CALCOLO DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA PER GLI EVENTI DI PIOGGE INTENSE DI BREVE DURATA CON IL METODO DI BELL

Nella progettazione dei sistemi di drenaggio inoltre è necessario far riferimento agli eventi meteorici di breve durata: essi sono infatti commisurati al tempo di risposta relativamente breve (in genere largamente inferiore all'ora) dei bacini e sottobacini in cui la superficie drenata è stata suddivisa.

La curva di possibilità pluviometrica per durate inferiori all'ora è stata quindi ottenuta tramite regressione utilizzando i coefficienti riduttivi del pluviografo Milano Monviso. Di seguito la descrizione della procedura utilizzata.

Generalmente le osservazioni relative alle piogge intense sono rilevate per intervalli di 1, 3, 6, 12 e 24 ore mentre sono raramente disponibili i dati relativi alle piogge intense per intervalli inferiori a 1 ora, anche per la connessa difficoltà della relativa registrazione accurata che si effettua con i pluviometri con registrazione su carta (pluviografi), che utilizzano per la registrazione una striscia settimanale.

Adottando i pluviografi che utilizzano per la registrazione una striscia giornaliera e i pluviometri digitali, il bilanciere consente l'accuratezza della lettura per piogge di massima intensità che si estende a intervalli dell'ordine del minuto: più breve è l'intervallo di discretizzazione, più dettagliata è la descrizione dell'evento pluviometrico, ma più onerosa risulta la gestione dell'informazione.

Pertanto, le informazioni relative alle piogge intense di breve durata non sono disponibili nella maggior parte delle stazioni pluviometriche, e per valutarle è opportuno adoperare particolari formule per la stima dell'intensità di pioggia, in quanto l'estrapolazione delle curve di probabilità pluviometrica a tempi inferiori ad un'ora conduce ad una sovrastima delle intensità.

Bell ("Generalized Rainfall Duration Frequency Relationships" -Journal of the Hydraulics Division - Proceedings of American Society of Civil Engineers -volume 95, issue 1– gennaio 1969) ha osservato che i rapporti r_δ tra le altezze di durata t molto breve e inferiori alle due ore e l'altezza oraria so-no poco dipendenti dalla località in cui si verificano. Nelle tabelle seguenti sono riportati i parametri statistici negli Stati Uniti e in Australia, e il campo di variabilità di r_δ negli Stati Uniti e in Unione Sovietica.

Parametro	TEMPO DI PIOGGIA			
	5'	15'	20'	120'
Stati Uniti				
media	0,29	0,57	0,79	1,25
deviazione standard	0,03	0,04	0,04	0,08
Australia				
Tempo di ritorno 2 anni (media)	0,30	0,57	0,77	1,24
Tempo di ritorno 10 anni (media)	0,30	0,58	0,78	1,25
Tempo di ritorno 25 anni (media)	0,30	0,58	0,79	1,23
media	0,30	0,57	0,78	1,24
deviazione standard	0,04	0,04	0,03	0,06

Tabella 2.1.a: Rapporti tra i massimi annuali delle altezze di pioggia di diversa durata e la corrispondente altezza oraria negli Stati Uniti e in Australia (da: "Generalized rainfall duration frequency relationships" -Frederick Charles Bell - Journal of the Hydraulics Division – Proceedings of American Society of Civil Engineers -volume 95, issue 1, gennaio 1969 e Piogge intense – Guido Calenda – Deflussi Urbani -Giornate di studio 23-24/11 1995 Roma)

Parametro	TEMPO DI PIOGGIA			
	5'	15'	30'	120'
Stati Uniti				
Valore superiore	0,32	0,61	0,83	1,31
Valore inferiore	0,26	0,53	0,75	1,17
Unione Sovietica				
Valore superiore	0,37	0,60	0,87	1,40
Valore inferiore	0,26	0,49	0,70	1,20

Tabella 2.1.b: Intervalli di variazione dei rapporti tra massimi annuali delle altezze di pioggia di diversa durata e la corrispondente altezza oraria negli Stati Uniti e in Unione Sovietica (da:"Generalized rainfall duration frequency relationships" – F.C. Bell -Journal of the Hydraulics Division – Proceedings of American Society of Civil Engineers - volume 95, issue 1, gennaio 1969 e Piogge intense – Guido Calenda – Deflussi Urbani -Giornate di studio 23-24/11 1995 Roma)

Lo U.S. Water Bureau raccomanda per tempi di pioggia inferiore a mezz'ora l'adozione di una relazione empirica, derivata da dati di breve durata; tale relazione mostra che il tempo di pioggia in minuti ha un rapporto costante con la pioggia della durata di 1 ora per lo stesso tempo di ritorno:

t (minuti)	5'	10'	15'	30'
$r_\delta = h_\delta/h_{60}$	0,29	0,45	0,57	0,79

Tabella 2.1.c – relazione empirica U.S. Water Bureau

Questi rapporti variano molto poco negli stati Uniti ed i loro valori sono indipendenti dal periodo di ritorno. Bell, sulla scorta di osservazioni provenienti da oltre 150 stazioni con oltre 40 anni di

osservazione, ha dimostrato che tale correlazione si può estendere sino ai valori di durata fino alle due ore e, come risulta dalla seguente figura, ha riscontrato la costanza dei rapporti tra tempo di pioggia breve e tempo di pioggia della durata pari ad un'ora, anche in Australia, Sud Africa, Hawaii, Alaska e Porto Rico.

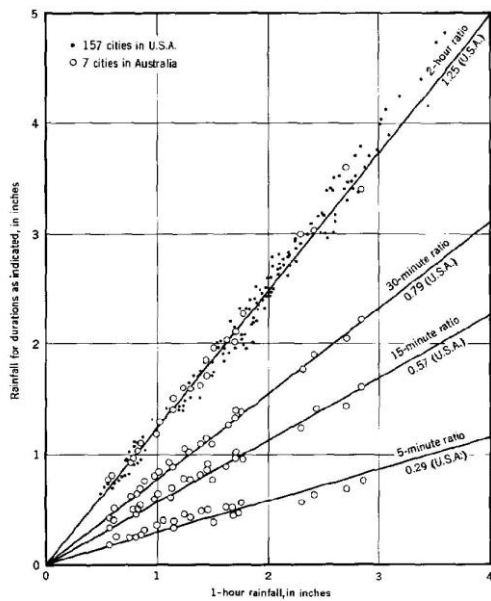


Figura 2.1.1: Depth -frequency relationship for 1 yr, 5 yr and 50 yr

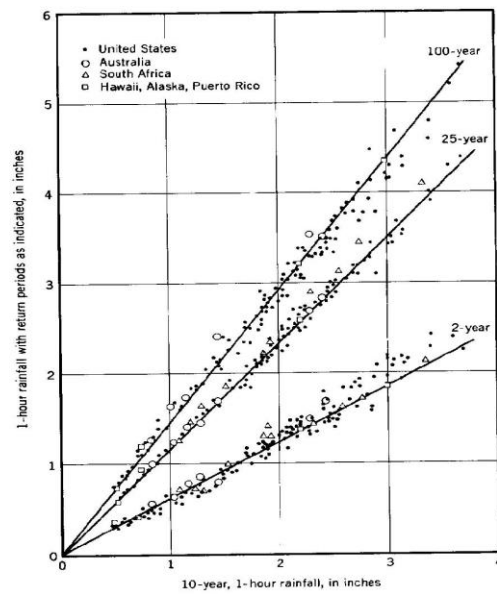


Figura 2.1.2: Depth -frequency relationship for 2 yr, 25 yr and 100 yr

Quindi, in relazione alla modesta variazione dei rapporti intensità durata correlata al tempo di ritorno, ha proposto la seguente relazione che ben si adatta ai dati osservati:

$$P_T^1 / h_T^{60} = (0.54) t^{0.25} - 0.5$$

Applicabile per $5 \leq t \leq 120$ minuti

- P_T^1 = altezza di pioggia relativa a un evento di durata pari a t riferita al periodo di ritorno T ;
- h_T^{60} = altezza di pioggia relativa a un evento di durata pari a t riferita al periodo di ritorno T ;
- t = tempo di pioggia espresso in minuti

Tali osservazioni sono state successivamente riprese da Calenda ("Piogge intense" – Deflussi Urbani – Giornate di Studio 23/24 novembre 1995, Roma, Associazione Idrotecnica Italiana), che ha osservato che gli stessi rapporti ottenuti dalla curva involucro delle massime piogge osservate nel mondo, di equazione $h_\delta = 390 \delta_{0.5}$, con δ in ore, risultano i seguenti (Jennings, 1950, Hershfield e Engman 1981):

δ (minuti)	5	10	15	20	30	45	120	240
$r_\delta = h_\delta / h_j$	0,29	0,41	0,50	0,58	0,71	0,87	1,41	2,00

Tabella 2.1.d – risultati applicazione formula di Bell

Sempre come riportato da Calenda, si è potuto osservare che al pluviometro registratore di Roma Macao su un campione di 8 anni sono stati calcolati i seguenti rapporti dei valori medi delle massime altezze di pioggia annue di diversa durata rispetto al valor medio della massima altezza oraria dell'anno (Domanico, 1986; Calenda et al, 1988):

δ (minuti)	5	10	15	20	25	30
$r_{\delta} = h_{\delta}/h_j$	0,278	0,435	0,537	0,632	0,709	0,758

Tabella 2.1.e – risultati applicazione formula di Bell

Al pluviografo di Milano Monviso, su un campione di 17 anni (Piga et al, 1990) sono stati calcolati i seguenti rapporti dei valori medi delle massime altezze di pioggia annue di diversa durata h_{δ} rispetto al valor medio della massima altezza annua oraria h_j e i corrispondenti rapporti dei valori massimi:

Coefficienti riduttivi pluviografo Milano Monviso									
Durata (min)	1	2	3	4	5	10	15	30	45
r	0,13	0,18	0,229	0,272	0,322	0,489	0,601	0,811	0,913

Da cui si ottengono le seguenti altezze di pioggia per le diverse durate considerate

t (min)	t (h)	TR 25 Magenta
1	0.00	7.069
2	0.00	9.787
3	0.00	12.452
4	0.00	14.790
5	0.00	17.508
10	0.00	26.589
15	0.00	32.678
30	0.00	44.097
45	0.00	49.643
60	0.00	54.374

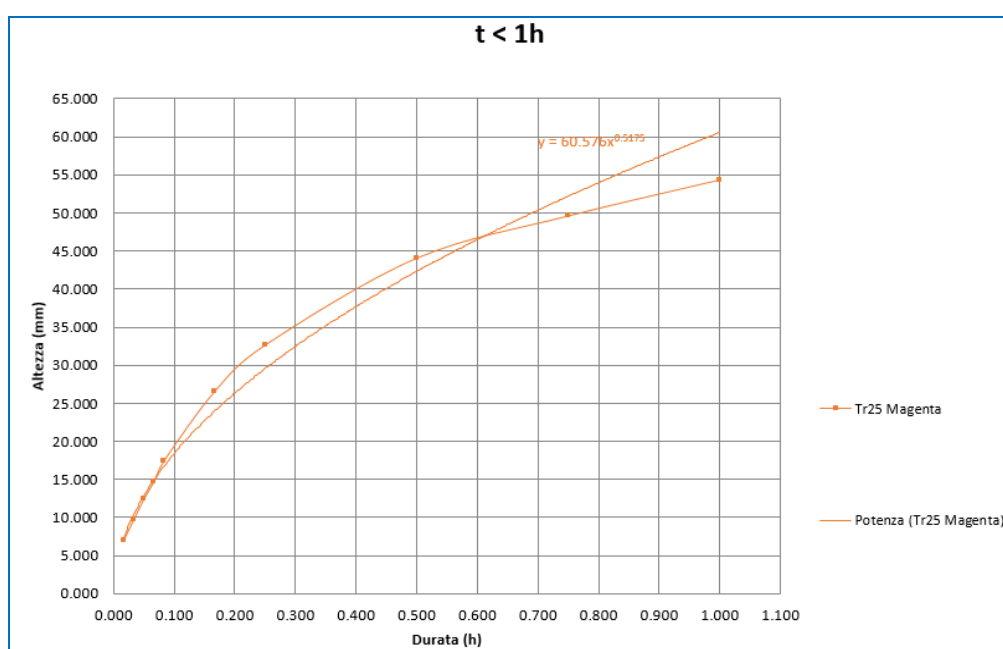


Figura 2.1.3 – Curva di possibilità pluviometrica relativa alla località di Magenta per durate di pioggia inferiori all'ora.

2.2 CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA ADOTTATA

Nella seguente tabella si riportano quindi i valori dei coefficienti delle c.p.p. per il tempo di ritorno di 25 e 50 anni utilizzati per il dimensionamento del sistema di drenaggio.

T _r = 25 anni			
t < 1 h _r		t > 1 h _r	
a	n	a	n
60,576	0,5175	54,374	0,3163

T _r = 50 anni			
t < 1 h _r		t > 1 h _r	
a	n	a	n
68.28	0,5175	61.29	0,3163

3 TEMPI DI RITORNO

Il **rischio idraulico** scaturisce dalla possibilità di danno a persone, beni o infrastrutture in conseguenza al trasporto di acqua e solidi trasportati nei corpi idrici superficiali. Può essere suddiviso in rischio da esondazione, incluso quello da dinamica d'alveo (trasporto di sedimenti e di materiale flottante) e rischio di dissesto (instabilità di coltri superficiali).

L'assegnazione del periodo di ritorno T_r per provvedere al dimensionamento di un'opera idraulica, e quindi al controllo di un definito evento limite, comporta la scelta del grado di rischio di insufficienza dell'intervento, legato a sua volta all'importanza dell'opera ed alla stima di quali potrebbero essere i danni cui l'insufficienza dell'opera, superata la soglia dell'evento di riferimento, potrebbe dare luogo.

La misura del rischio cui l'opera è esposta è quantificata dal tempo di ritorno T_r, definito come:

$$T_r = \frac{1}{1-P} \quad 3-1$$

Indicato con P la probabilità di non superamento dell'evento, 1-P rappresenta la probabilità di superamento dell'evento stesso.

Per il dimensionamento dell'opera, viene preso come riferimento il rischio R_N di insufficienza in N anni, che misura la durata della vita dell'opera, in anni, per un definito T_r:

$$R_N = 1 - P^N = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^N \quad 3-2$$

Nel caso specifico le mappe di pericolosità idraulica indicano un indice di pericolosità media, la topografia dei luoghi è pianeggiante, le poche incisioni del territorio sono tutte sistemate ed arginate, gli attraversamenti stradali di dette incisioni avvengono senza interferire con gli alvei, con ponti e viadotti di luce L=40m e quindi ben superiori alle effettive necessità di smaltimento.

In conclusione, con riferimento ai manuali di progettazione ANAS, si è posto che:

- Vita utile dell'opera idraulica = 50 anni
- per tutte le verifiche idrauliche delle acque di piattaforma si è utilizzato un tempo di ritorno T_r di 25 anni.
- per tutte le verifiche idrauliche delle vasche di laminazione si è utilizzato un tempo di ritorno T_r di 50 anni.