



VIA Ingegneria
via Flaminia, 999
00189 ROMA

PROGETTISTA
Ing. Matteo DI GIROLAMO



GRUPPO DI LAVORO

Architettura: Arch. Felipe LOZANO LALINDE
Arch. Silvia M. RIPA
Arch. Marta CICCOTOSTO

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE: Via Ingegneria Srl

SOGGETTO TECNICO: S.O. INGEGNERIA - DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE BOLOGNA



PROGETTO ESECUTIVO

Ampliamento del parcheggio Metropark P3 a servizio della stazione ferroviaria di Rimini
(Fase 2)

IMPIANTO IDRAULICO E FOGNARIO

SCALA -

Relazione idraulica

Foglio 1 di -

STRUTTURA

COMMESSA

COD.PROG.

TAVOLA

REV.

M K G P

R N 0 1

E R I M

R 0 3

A

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Prima emissione	M.Di Girolamo	12/12/2019	MD. Cacciatore		C. Minoli		F. Celentani	
B	Revisione								
C	Revisione								
D	Revisione								

POSIZIONE
ARCHIVIO

LINEA

--	--	--	--

SEDE TECN.

--	--	--	--	--	--

NOME DOC.

--	--	--	--

NUMERAZ.

--	--	--	--	--	--

Verificato e trasmesso	Data	Convalidato	Data	Archiviato	Data

File:

	AMPLIAMENTO DEL PARCHEGGIO DELLA STAZIONE FERROVIARIA DI RIMINI PROGETTO ESECUTIVO	
	RELAZIONE IDRAULICA	CODIFICA MKGPRN01ERIMR03A

INDICE

1.	Premessa.....	2
2.	Riferimenti normativi.....	3
3.	Introduzione.....	5
4.	Analisi idrologica della zona	6
3.1.	Dati pluviometrici - Lido di Rimini	6
3.2.	Serie osservazioni.....	8
3.3.	Dati statistici.....	10
3.4.	Elaborazione probabilistica – Modello di Gumbel	16
3.5.	Curva di possibilità pluviometrica.....	24
5.	Sistema di drenaggio delle acque meteoriche	27
5.1	Criteri progettuali.....	27
5.2	Descrizione della rete di progetto.....	27
5.3	Considerazioni in merito al recapito in fognatura esistente.....	29
6.	Criteri di calcolo adottati per le acque meteoriche	30
6.1	Calcolo delle portate meteoriche da drenare	30
6.2	Calcolo del volume di laminazione – IDROGRAMMA DI PROGETTO	31
6.3	Calcolo del volume di laminazione – INVARIANZA IDRAULICA	36
7.	Verifiche idrauliche	39

	AMPLIAMENTO DEL PARCHEGGIO DELLA STAZIONE FERROVIARIA DI RIMINI PROGETTO ESECUTIVO	
RELAZIONE IDRAULICA	CODIFICA MKGPRN01ERIMR03A	FOGLIO 2 di 40

1. Premessa

La presente relazione idraulica riguarda il progetto esecutivo della realizzazione dell'ampliamento di un parcheggio, denominato P2, nell'area antistante la stazione ferroviaria di Rimini.

In particolare, nella suddetta relazione, verranno esplicitati i criteri e i calcoli idraulici di verifica e di dimensionamento del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, drenate dal parcheggio in oggetto.

La relazione è articolata nelle seguenti fasi:

- inquadramento dell'area di intervento;
- analisi dell'idrologia dell'area;
- descrizione della rete idraulica di progetto ed individuazione dei recapiti finali;
- metodologia di calcolo delle portate e verifica.

	AMPLIAMENTO DEL PARCHEGGIO DELLA STAZIONE FERROVIARIA DI RIMINI PROGETTO ESECUTIVO	
RELAZIONE IDRAULICA	CODIFICA MKGPRN01ERIMR03A	FOGLIO 3 di 40

2. Riferimenti normativi

Di seguito si riportano i principali riferimenti normativi applicabili. L'elenco deve intendersi indicativo valendo anche ogni modifica ed integrazione normativa intervenuta.

- Normativa Europea

EN 1916 Tubi in calcestruzzo armato, non armato, rinforzato con fibre di acciaio;

EN 1917 Pozzetti e camerette d'ispezione in calcestruzzo armato, non armato, rinforzato con fibre di acciaio” sostanzialmente ricalca la norma EN 1916 con le variazioni ovvie per la particolarità dei manufatti”;

- Normativa Nazionale

Legge 25/2/2010, n. 36: Disciplina sanzionatoria dello scarico di acque reflue

D.Lgs. 16/01/2008, n.4 Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs. 3 aprile 2006 n.152, recante norme in materia ambientale

D.Lgs n. 152 del 3/4/2006: Norme in materia ambientale – Parte terza Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche.

Deliberazione 4/2/1977 (in Suppl. ordinario alla Gazz. Uff. n. 48, del 21 febbraio) – del Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2, lettere b), d) ed e), della legge 10 maggio 1976, n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

Legge 10/5/1976, n. 319: Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento - Gazz. Uff. 29 maggio 1976, n. 141;

D.Lgs n. 205 del 3/12/2010 Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive in materia ambientale.

D.Lgs n. 128 del 29/6/2010 modifiche ed integrazioni al Decreto Legislativo del 3 aprile 2006 n. 152,

	AMPLIAMENTO DEL PARCHEGGIO DELLA STAZIONE FERROVIARIA DI RIMINI PROGETTO ESECUTIVO	
RELAZIONE IDRAULICA	CODIFICA MKGPRN01ERIMR03A	FOGLIO 4 di 40

Circ. MLPP 7/1/1974 n.11633 Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto

- Normativa Regionale

Legge Regionale n.20 del 31.05.2006 e successive modifiche (L.R. 17/2010) Art. n.9 , Art. n. 2 DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE 14 febbraio 2005, n. 286

- Normativa Provinciale

Piano di Indirizzo per la gestione delle acque di prima pioggia_Dicembre 2012

- UNI scarichi e fognature

UNI EN 1610:2015 Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura

UNI EN 476:2011 Requisiti generali per componenti utilizzati nelle tubazioni di scarico, nelle connessioni di scarico e nei collettori di fognatura per sistemi di scarico a gravità

UNI EN 752:2008 Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici

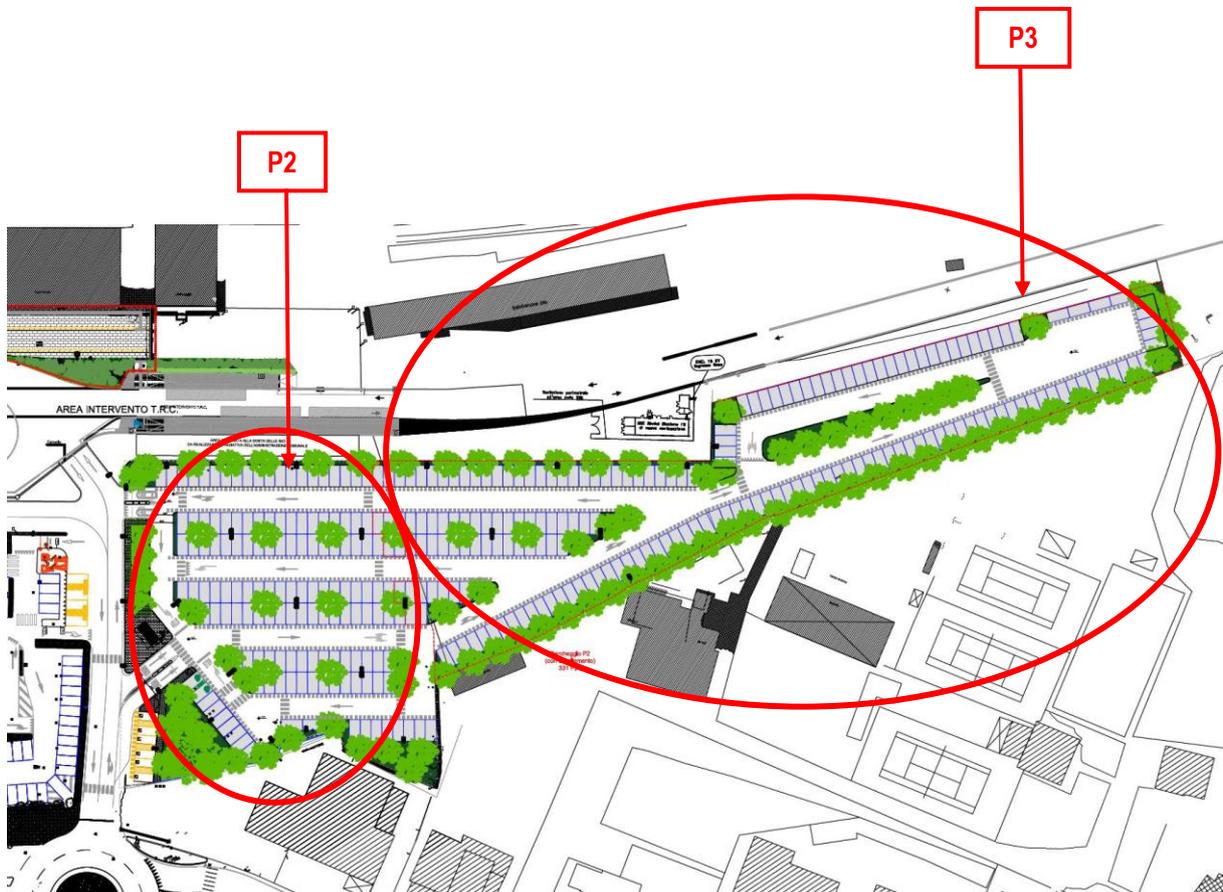
UNI EN 858-1:2005 Impianti di separazione per liquidi leggeri (per esempio benzina e petrolio)

- Principi di progettazione, prestazione e prove sul prodotto, marcatura e controllo qualità”.

UNI EN 858-2:2004 Impianti di separazione per liquidi leggeri (ad esempio benzina e petrolio) - Scelta delle dimensioni nominali, installazione, esercizio e manutenzione

3. Introduzione

La zona di intervento, situata nella città di Rimini, in via Roma, interessa una superficie di 5.500 mq. Il progetto esecutivo prevede la realizzazione dell'ampliamento del parcheggio P2, denominato P3, al fine di incrementare la capacità di parcheggio di 188 posti per autoveicoli.



	AMPLIAMENTO DEL PARCHEGGIO DELLA STAZIONE FERROVIARIA DI RIMINI PROGETTO ESECUTIVO	
RELAZIONE IDRAULICA	CODIFICA MKGPRN01ERIMR03A	FOGLIO 6 di 40

4. Analisi idrologica della zona

In questo capitolo viene esplicitato lo studio idrologico condotto sulla zona di interesse e viene riportata l'analisi statistica dei dati pluviometrici, ai fini dell'individuazione della curva di possibilità pluviometrica.

3.1. Dati pluviometrici - Lido di Rimini

Descrizione

Stazione acquisita da Hydronline

Dati Stazione

Codice: 8380

Bacino:

Comune:

Quota: 2.0 m s.l.m.

Latitudine: 44,070000

Longitudine: 12,570000

Dati Serie

Serie presenti: 11

Durate presenti: 10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti, 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore, 48 ore, 72 ore

Minima dimensione serie: 2

Massima dimensione serie: 53

RELAZIONE IDRAULICA

CODIFICA
MKGPRN01ERIMR03A

FOGLIO
7 di 40

Serie n. 1	
Nome della serie	10 minuti
Durata	10 minuti
Descrizione	

Serie n. 2	
Nome della serie	15 minuti
Durata	15 minuti
Descrizione	

Serie n. 3	
Nome della serie	20 minuti
Durata	20 minuti
Descrizione	

Serie n. 4	
Nome della serie	30 minuti
Durata	30 minuti
Descrizione	

Serie n. 4	
Descrizione	

Serie n. 5	
Nome della serie	1 ora
Durata	1 ora
Descrizione	

Serie n. 6	
Nome della serie	3 ore
Durata	3 ore
Descrizione	

Serie n. 7	
Nome della serie	6 ore
Durata	6 ore
Descrizione	

Serie n. 8	
Nome della serie	12 ore
Durata	12 ore
Descrizione	

Serie n. 9	
Nome della serie	24 ore
Durata	24 ore
Descrizione	

Serie n. 10	
Nome della serie	2 giorni
Durata	48 ore
Descrizione	

Serie n. 11	
Nome della serie	3 giorni
Durata	72 ore

3.2. Serie osservazioni

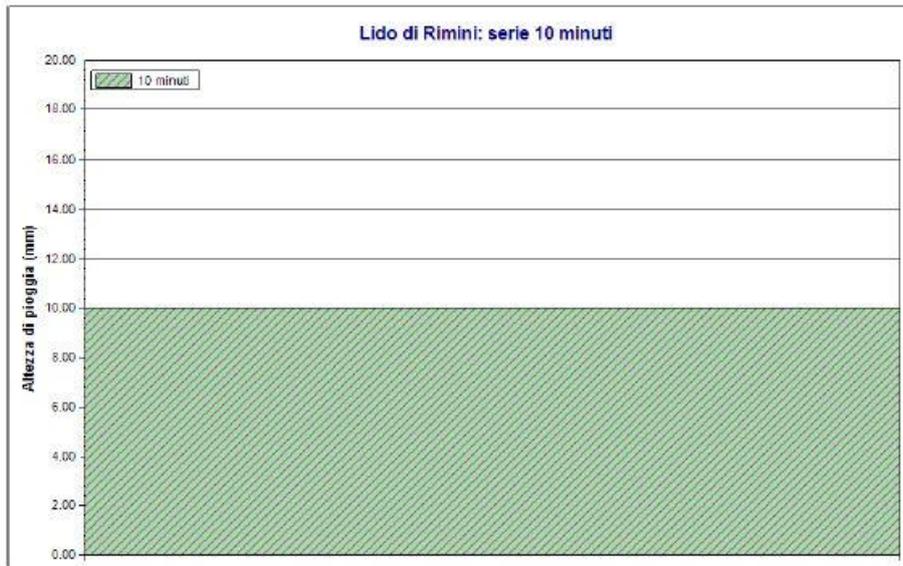
n	Durate										
	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore	48 ore	72 ore
1	10.0	10.2	16.6	19.2	34.8	39.2	47.2	58.6	65.0	46.0	51.0
2	13.5	14.2	10.0	20.4	12.8	17.6	23.0	41.0	63.6	62.4	72.0
3	-	17.4	17.4	20.0	16.0	22.0	27.4	41.4	59.4	39.0	54.2
4	-	10.2	12.0	19.6	30.8	34.2	42.2	63.6	63.4	55.4	55.4
5	-	17.4	12.6	17.6	42.4	44.6	47.4	52.0	52.8	58.8	58.8
6	-	11.6	20.6	18.0	25.0	36.2	53.0	79.4	101.0	54.6	55.2
7	-	12.8	11.0	20.2	14.0	26.0	42.8	59.6	74.0	78.8	78.8
8	-	12.4	20.4	38.0	24.2	34.8	45.8	57.6	63.8	67.6	70.4
9	-	-	13.0	13.0	27.2	60.0	67.8	71.2	90.0	78.4	85.2
10	-	-	20.4	45.0	16.6	19.2	25.6	32.4	34.0	43.2	51.0
11	-	-	11.6	16.8	39.4	42.0	42.6	57.2	75.6	59.2	60.0
12	-	-	11.6	24.8	20.0	26.4	30.6	33.8	54.0	55.2	55.6
13	-	-	19.0	11.0	19.0	19.0	22.0	22.0	35.6	45.6	45.6
14	-	-	10.0	16.4	42.8	49.6	50.0	58.2	62.4	98.8	99.4
15	-	-	12.0	16.0	15.0	24.6	25.6	33.0	38.8	88.6	88.6

16	-	-	15.0	13.0	23.2	38.8	39.0	43.0	55.4	76.4	76.6
17	-	-	-	12.0	52.0	53.2	53.2	54.6	58.4	114.6	128.0
18	-	-	-	29.0	19.6	32.2	33.4	40.8	42.4	62.6	62.6
19	-	-	-	-	33.0	44.4	53.0	65.4	67.6	97.2	104.2
20	-	-	-	-	13.0	28.6	39.0	59.2	76.2	80.0	90.0
21	-	-	-	-	22.8	32.2	37.6	42.2	42.2	52.6	52.6
22	-	-	-	-	15.0	28.0	30.8	37.4	44.4	92.8	98.6
23	-	-	-	-	33.2	39.4	40.8	47.6	52.8	84.0	84.0
24	-	-	-	-	32.0	44.2	45.6	45.6	45.6	50.0	61.4
25	-	-	-	-	75.0	85.6	98.8	98.8	98.8	75.6	75.6
26	-	-	-	-	21.0	29.0	47.2	73.2	87.6	78.2	96.0
27	-	-	-	-	31.4	34.8	37.2	58.0	58.4	42.8	46.8
28	-	-	-	-	30.0	43.0	52.2	57.0	83.0	54.2	58.0
29	-	-	-	-	22.8	32.8	34.2	36.4	56.4	135.8	153.0
30	-	-	-	-	19.4	33.6	50.0	66.6	87.2	73.2	92.2
31	-	-	-	-	18.0	21.2	22.2	34.8	65.0	128.0	128.0
32	-	-	-	-	30.6	35.0	36.8	42.0	49.4	101.2	101.2
33	-	-	-	-	35.8	57.4	57.4	77.2	83.0	85.0	116.6
34	-	-	-	-	27.0	59.0	70.0	74.2	84.0	73.2	75.2
35	-	-	-	-	17.4	22.6	27.2	32.0	38.8	82.8	94.4
36	-	-	-	-	48.2	59.2	60.0	60.0	60.0	31.4	44.4
37	-	-	-	-	24.0	36.2	37.2	53.4	76.6	49.8	55.2
38	-	-	-	-	30.4	31.6	31.6	36.4	48.6	74.0	74.6
39	-	-	-	-	26.4	33.0	34.0	34.6	40.0	50.6	55.8
40	-	-	-	-	47.8	52.8	57.0	77.8	105.4	44.4	57.4
41	-	-	-	-	22.0	37.4	50.0	68.2	68.2	109.6	109.8
42	-	-	-	-	60.0	111.2	114.4	115.2	128.0	-	-
43	-	-	-	-	20.8	32.6	42.4	76.4	95.6	-	-

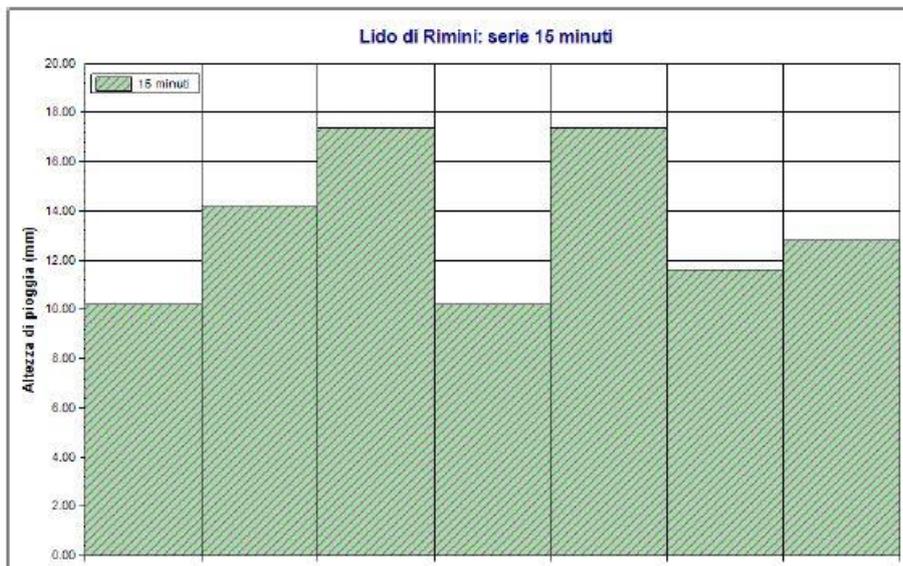
44	-	-	-	-	14.2	22.6	25.6	40.6	51.0	-	-
45	-	-	-	-	24.8	34.8	42.0	52.4	66.6	-	-
46	-	-	-	-	28.0	53.0	63.4	63.4	67.0	-	-
47	-	-	-	-	13.6	19.8	25.8	27.8	28.4	-	-
48	-	-	-	-	21.0	28.0	28.6	30.6	40.4	-	-
49	-	-	-	-	19.6	22.6	24.8	45.6	69.4	-	-
50	-	-	-	-	26.8	27.2	29.8	36.0	38.2	-	-
51	-	-	-	-	16.0	28.0	31.2	33.6	39.2	-	-
52	-	-	-	-	17.2	20.8	25.4	25.6	40.4	-	-
53	-	-	-	-	41.0	70.0	80.6	92.4	107.2	-	-

3.3. Dati statistici

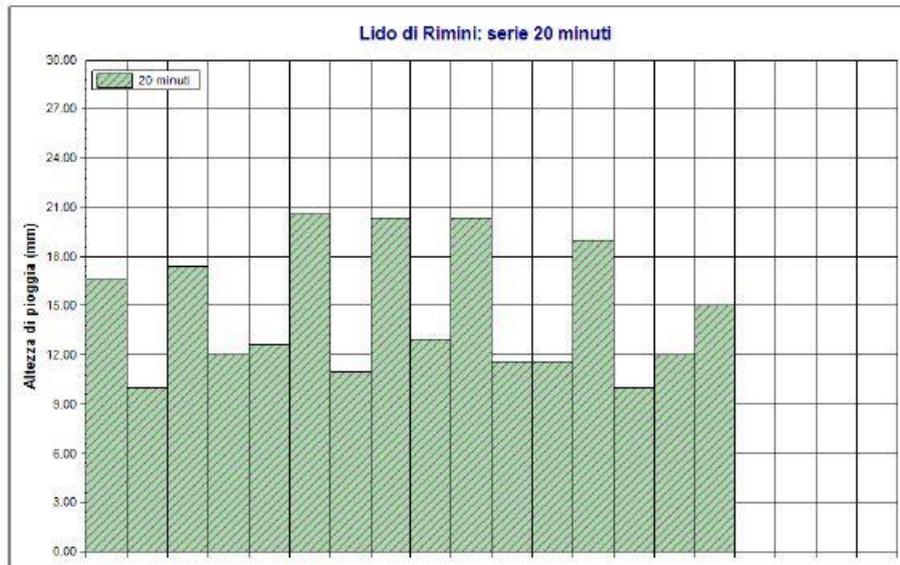
Parametro	Durate											
	10 minut i	15 minut i	20 minut i	30 minut i	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore	48 ore	72 ore	
Dimensione campione	2	8	16	18	53	53	53	53	53	41	41	
Somma dei dati	23.5	106.2	233.2	370.0	1454.0	2011.2	2302.4	2817.0	3380.2	2931.6	3173.4	
Valore minimo	10.0	10.2	10.0	11.0	12.8	17.6	22.0	22.0	28.4	31.4	44.4	
Valore massimo	13.5	17.4	20.6	45.0	75.0	111.2	114.4	115.2	128.0	135.8	153.0	
Valore medio	11.75	13.28	14.58	20.56	27.43	37.95	43.44	53.15	63.78	71.50	77.40	
Dev. standard	2.47	2.87	3.90	8.88	12.67	17.37	18.43	19.56	21.86	24.53	25.92	
Coeff. variazione	0.211	0.216	0.267	0.432	0.462	0.458	0.424	0.368	0.343	0.343	0.335	
Coeff. asimmetria	NaN	0.626	0.509	1.698	1.562	1.977	1.740	0.870	0.723	0.727	0.917	



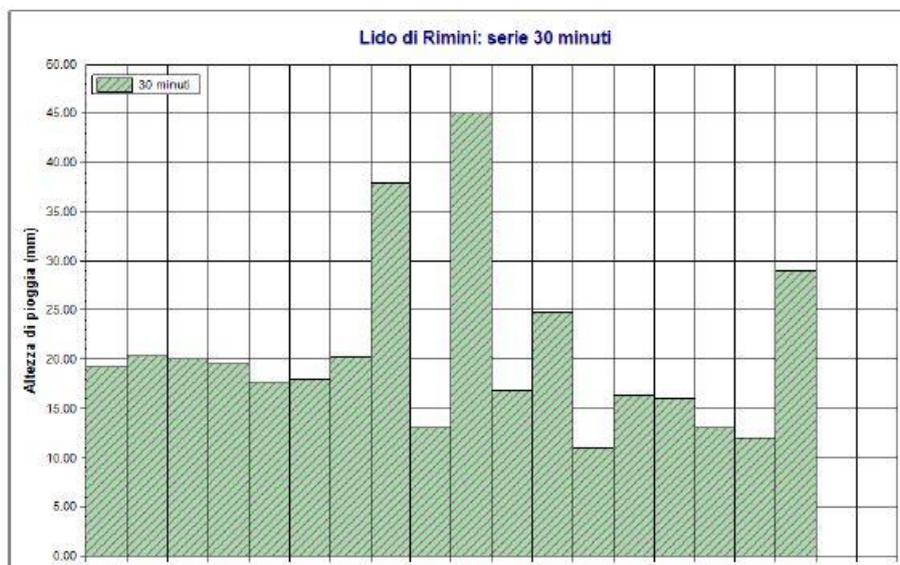
Lido di Rimini. 10 minuti. Durata 10 minuti



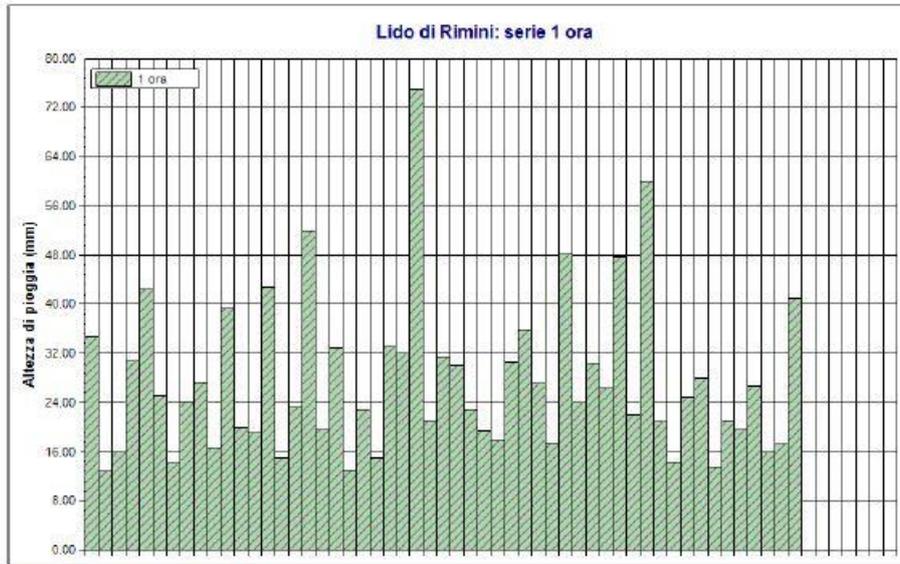
Lido di Rimini. 15 minuti. Durata 15 minuti



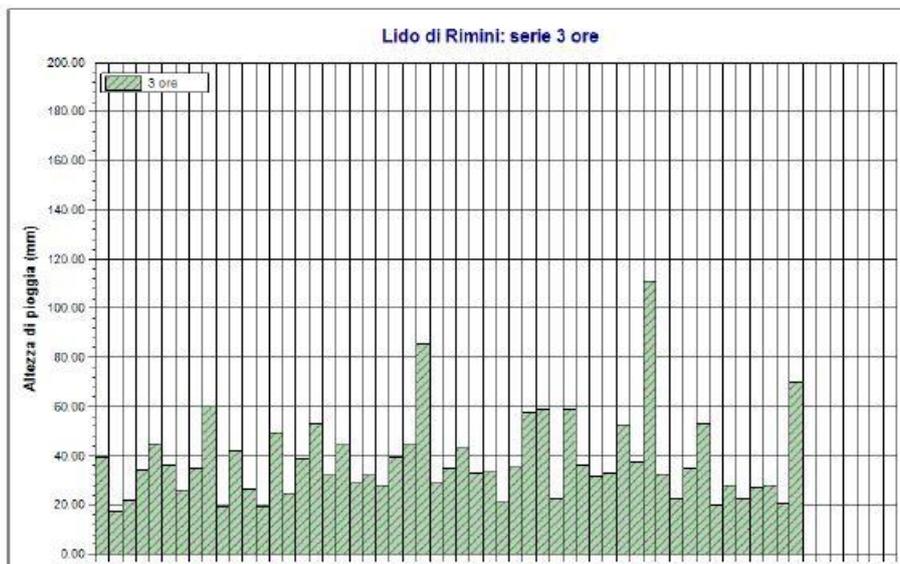
Lido di Rimini. 20 minuti. Durata 20 minuti



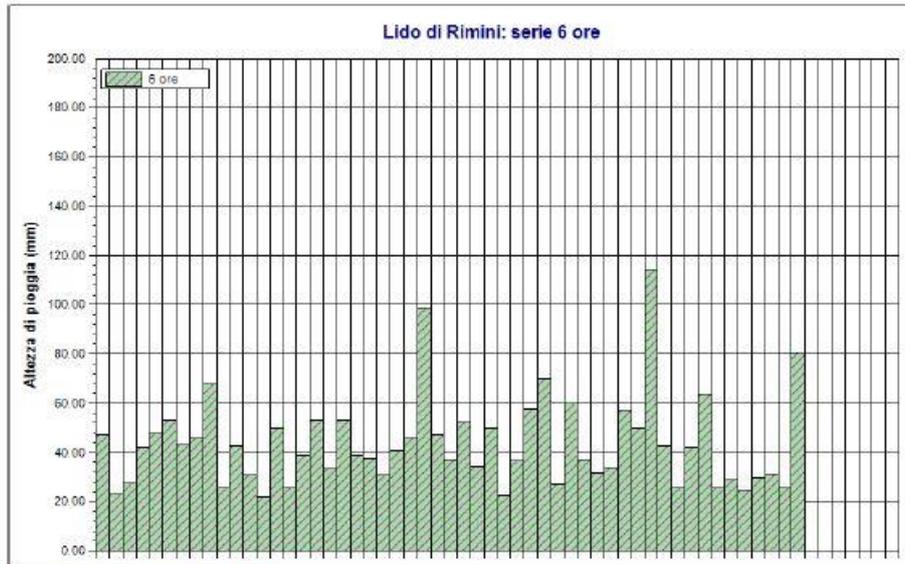
Lido di Rimini. 30 minuti. Durata 30 minuti



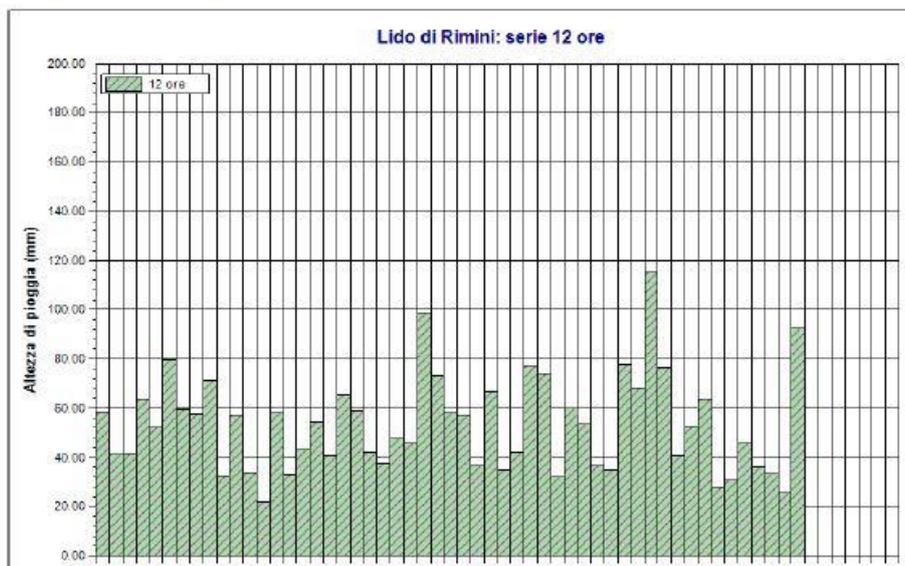
Lido di Rimini. 1 ora. Durata 1 ora



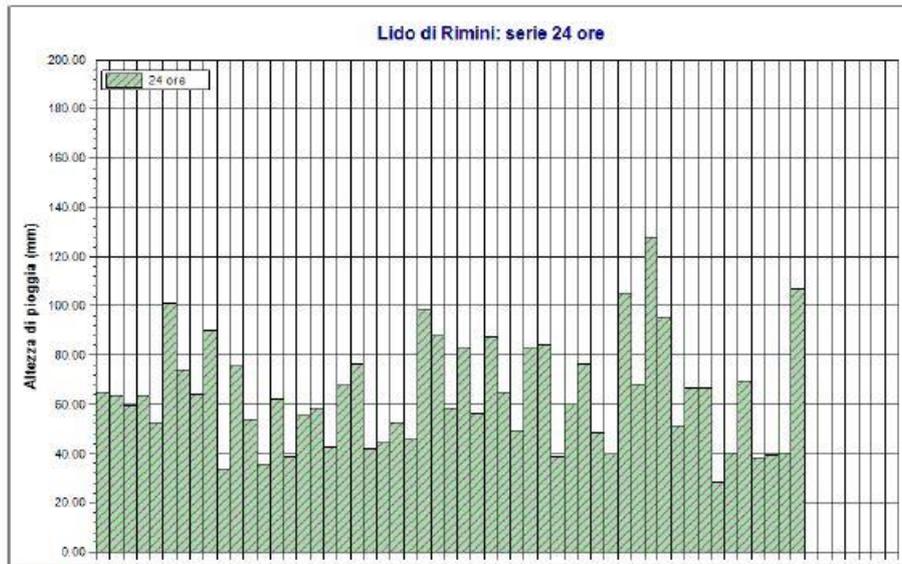
Lido di Rimini. 3 ore. Durata 3 ore



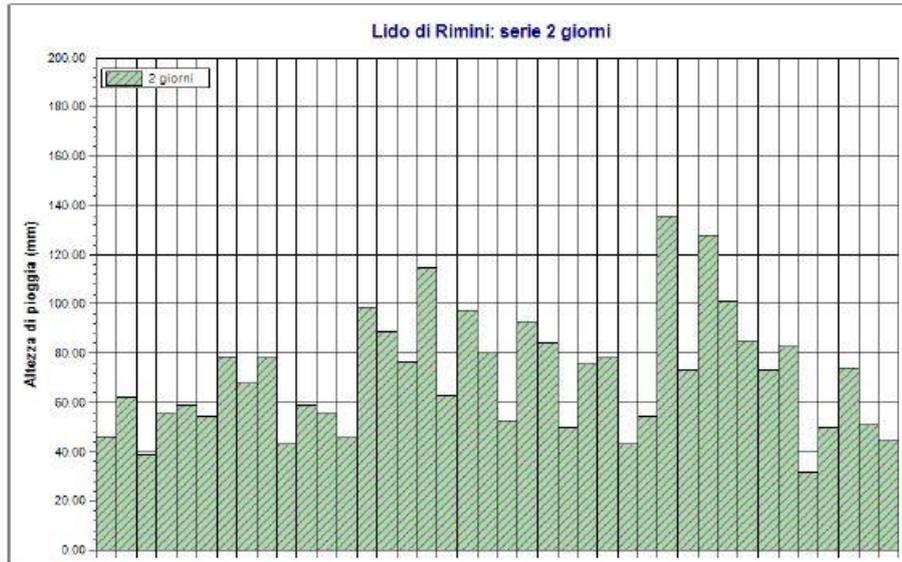
Lido di Rimini. 6 ore. Durata 6 ore



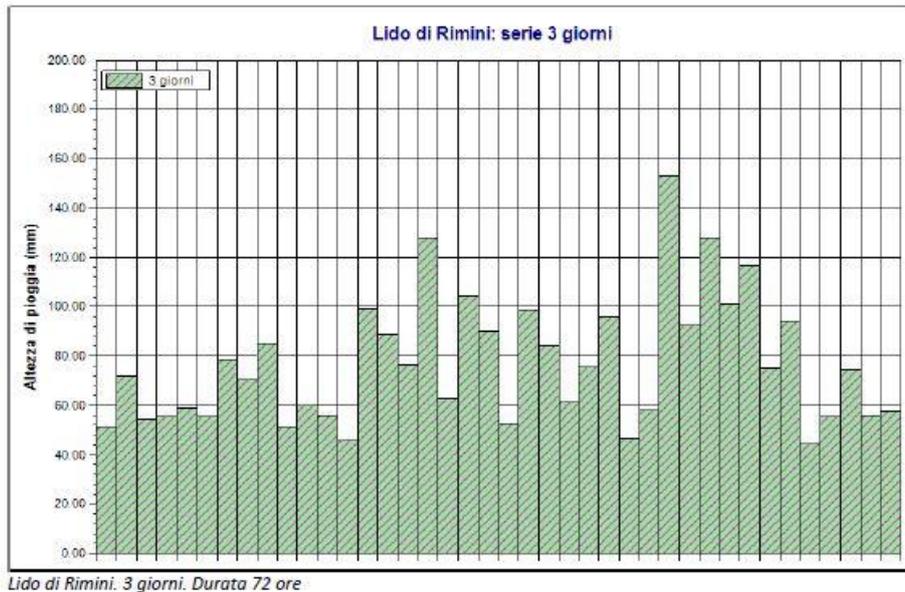
Lido di Rimini. 12 ore. Durata 12 ore



Lido di Rimini. 24 ore. Durata 24 ore



Lido di Rimini. 2 giorni. Durata 48 ore



3.4. Elaborazione probabilistica – Modello di Gumbel

L'insieme dei valori x assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale X la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la x ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli n valori $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n$ assunti dalla x in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione n tratto a caso dalla popolazione della X .

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale Z , definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione k di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della z e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da z fra le osservazioni del campione. Posto che dalla popolazione della z possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione k e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria z si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione k .

	AMPLIAMENTO DEL PARCHEGGIO DELLA STAZIONE FERROVIARIA DI RIMINI PROGETTO ESECUTIVO	
	RELAZIONE IDRAULICA	CODIFICA MKGPRN01ERIMR03A

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $F(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria z in un campione di dimensione k , misura la probabilità che x risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore.

Se fosse nota la funzione di ripartizione $F(z)$ della z , $F(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le k osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $F(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della x , ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $F(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $F(x)$ per diversi valori di k , in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di k all'infinito.

Nel campo dell'idrologia la $F(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale. Sia e il valore di z che ci si deve attendere che venga superato una volta su k (estremo atteso), per cui:

$$k[1 - \Phi(z = e)] = 1$$

considerando il parametro $a = kF(z=e)$ che misura la rapidità con cui e varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $F(z)$ in prossimità di e si può dimostrare che per grandi valori di z , quale che sia $F(z)$, risulta:

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k} e^{-\alpha(x-e)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k} \cdot e^{-\alpha(x-e)} \right]^k$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

	AMPLIAMENTO DEL PARCHEGGIO DELLA STAZIONE FERROVIARIA DI RIMINI PROGETTO ESECUTIVO	
	CODIFICA MKGPRN01ERIMR03A	FOGLIO 18 di 40
RELAZIONE IDRAULICA		

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di Gumbel.

I parametri ε ed a sono legati alla media h e allo scarto quadratico medio s della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \sigma = \frac{\sigma}{1,28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0,450 \sigma$$

Dati Elaborazione

- Stazione di misura: Lido di Rimini
- Distribuzione probabilistica: Gumbel
- Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza
- Elaborazioni presenti: 7 (10 minuti, 15 minuti, 20 minuti, 30 minuti, 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore, 48 ore, 72 ore)
- Elaborazioni valide: 7 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore, 48 ore, 72 ore)

Stima parametri

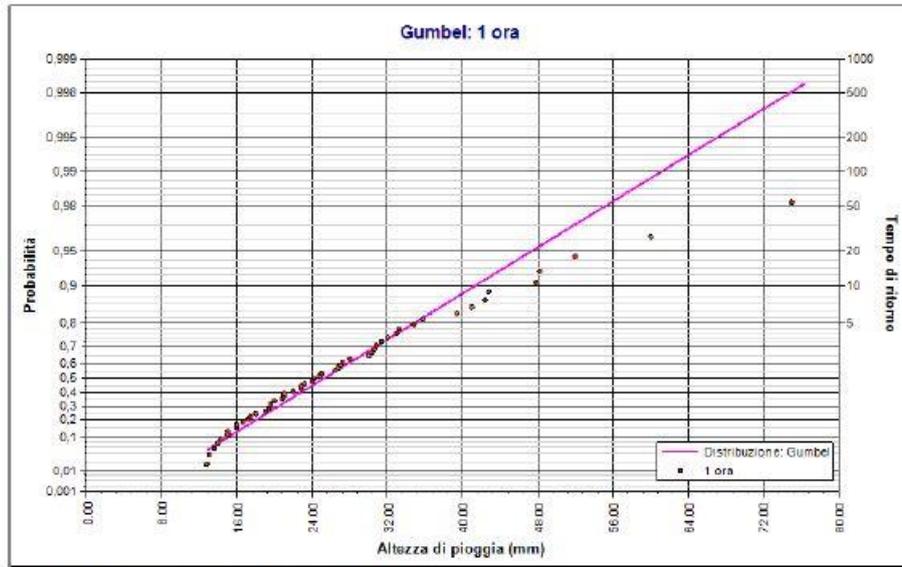
Parametro	Durate						
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore	48 ore	72 ore
Dimensione campione	53	53	53	53	53	41	41
Valore medio	27.43	37.95	43.44	53.15	63.78	71.50	77.40
Dev. standard	12.67	17.37	18.43	19.56	21.86	24.53	25.92
Alfa	0.1178	0.0894	0.0811	0.0656	0.0577	0.0516	0.0524
Epsilon	22.104	30.899	35.778	44.245	53.706	60.238	65.770

Espressioni delle CDF della distribuzione

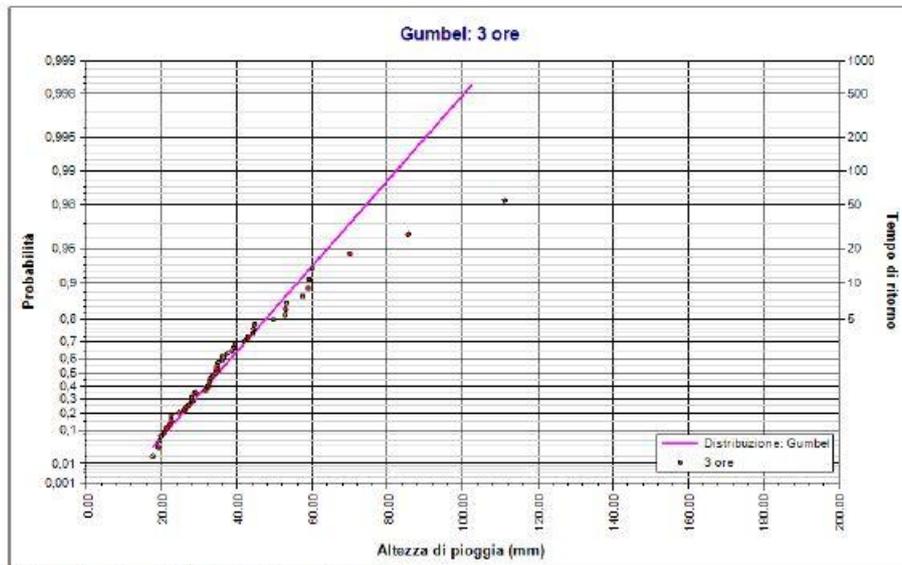
Gumbel: 1 ora	$F_x(x) = \exp \left[-\exp \left(-0,118 (x - 22,104) \right) \right]$
Gumbel: 3 ore	$F_x(x) = \exp \left[-\exp \left(-0,089 (x - 30,899) \right) \right]$
Gumbel: 6 ore	$F_x(x) = \exp \left[-\exp \left(-0,081 (x - 35,778) \right) \right]$
Gumbel: 12 ore	$F_x(x) = \exp \left[-\exp \left(-0,066 (x - 44,245) \right) \right]$
Gumbel: 24 ore	$F_x(x) = \exp \left[-\exp \left(-0,058 (x - 53,706) \right) \right]$
Gumbel: 2 giorni	$F_x(x) = \exp \left[-\exp \left(-0,052 (x - 60,238) \right) \right]$
Gumbel: 3 giorni	$F_x(x) = \exp \left[-\exp \left(-0,052 (x - 65,770) \right) \right]$

Fratili distribuzioni probabilistiche

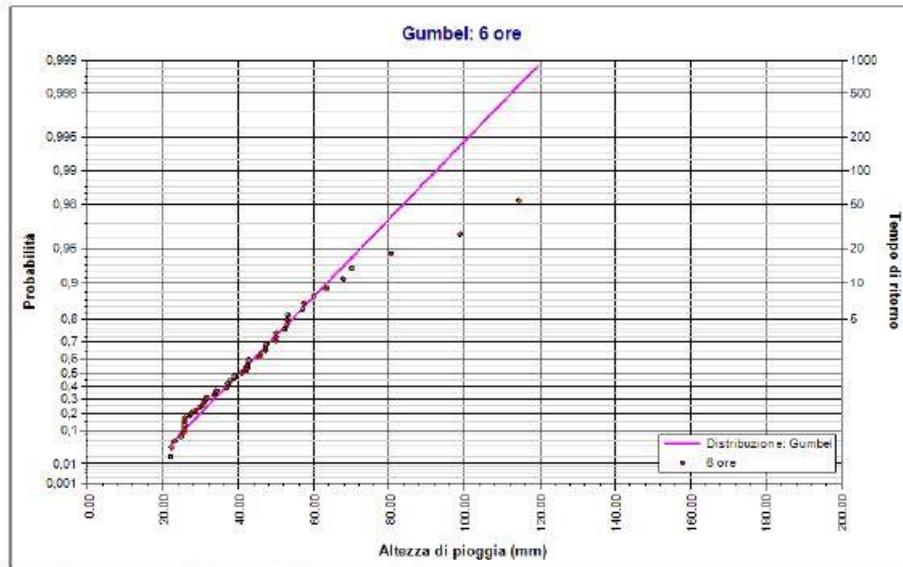
Tempi di ritorno	Durate						
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore	48 ore	72 ore
2 anni	25.21	35.00	40.30	49.83	60.06	67.35	72.77
5 anni	34.83	47.67	54.27	67.10	79.72	89.33	94.40
10 anni	41.20	56.06	63.52	78.54	92.73	103.89	108.73
20 anni	47.31	64.11	72.39	89.51	105.22	117.85	122.47
50 anni	55.21	74.53	83.87	103.71	121.37	135.92	140.25
100 anni	61.14	82.33	92.48	114.35	133.48	149.46	153.58
200 anni	67.04	90.11	101.06	124.95	145.55	162.96	166.86
500 anni	74.83	100.37	112.37	138.93	161.46	180.76	184.38
1000 anni	80.72	108.13	120.92	149.50	173.49	194.21	197.62



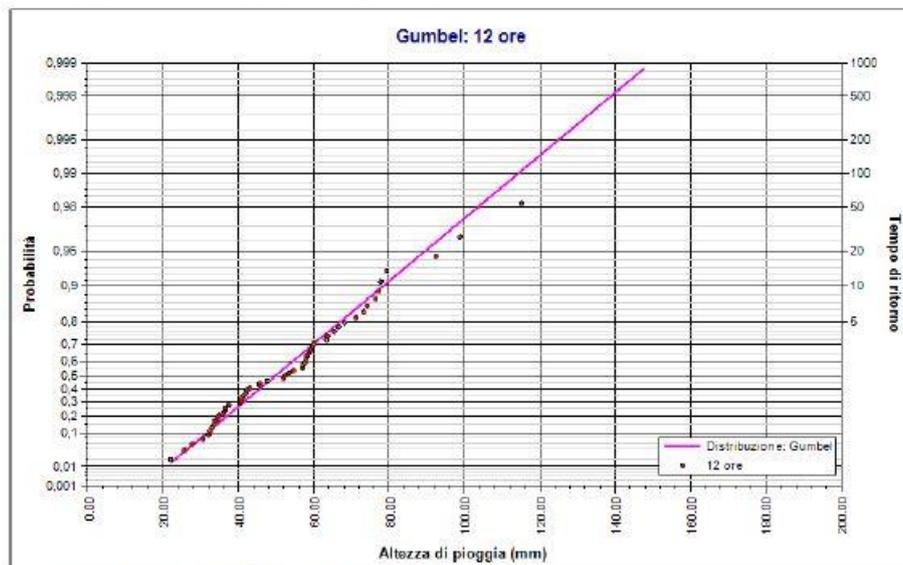
Elaborazione Gumbel 1. Gumbel: 1 ora. Durata 1 ora



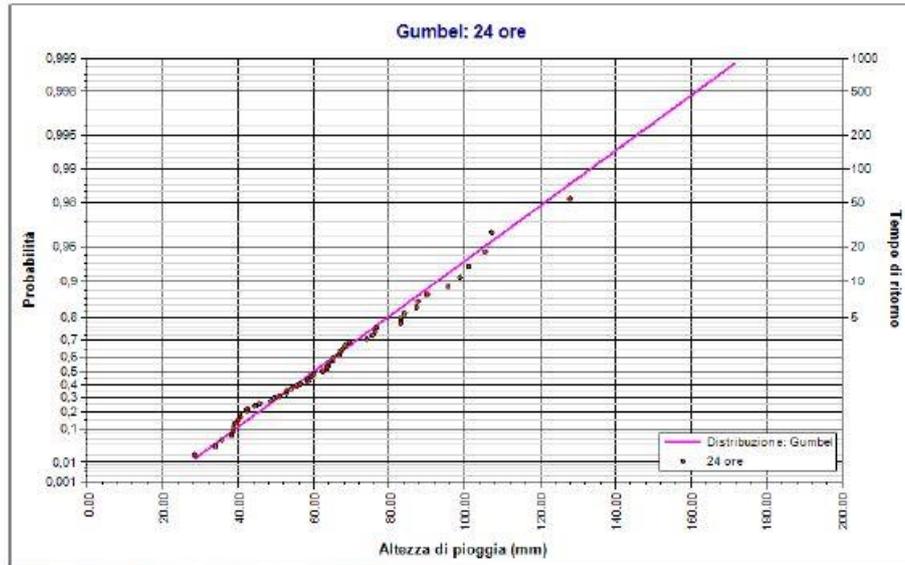
Elaborazione Gumbel 1. Gumbel: 3 ore. Durata 3 ore



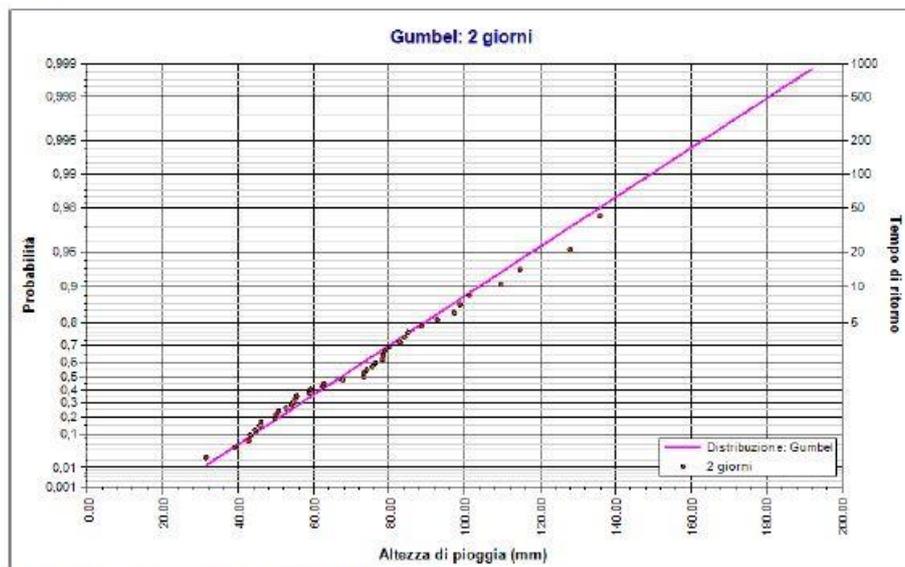
Elaborazione Gumbel 1. Gumbel: 6 ore. Durata 6 ore



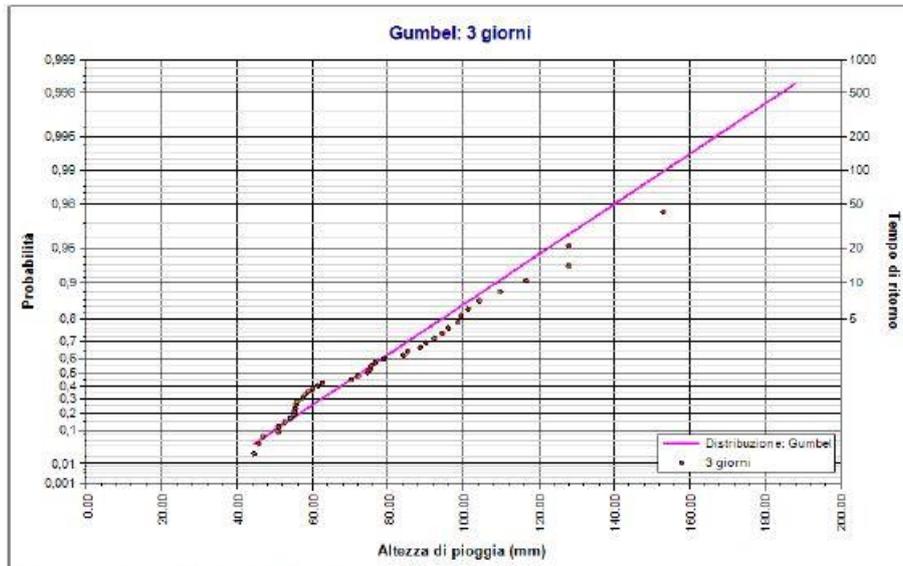
Elaborazione Gumbel 1. Gumbel: 12 ore. Durata 12 ore



Elaborazione Gumbel 1. Gumbel: 24 ore. Durata 24 ore



Elaborazione Gumbel 1. Gumbel: 2 giorni. Durata 48 ore



Elaborazione Gumbel 1. Gumbel: 3 giorni. Durata 72 ore

	AMPLIAMENTO DEL PARCHEGGIO DELLA STAZIONE FERROVIARIA DI RIMINI PROGETTO ESECUTIVO	
	CODIFICA MKGPRN01ERIMR03A	FOGLIO 24 di 40
RELAZIONE IDRAULICA		

3.5. Curva di possibilità pluviometrica

Dati Curva di pioggia

- Tipo: Curva di pioggia calcolata
- Elaborazione probabilistica: Elaborazione Gumbel
- Tempo di ritorno: 10.000 anni
- Numero punti: 7
- Durate di calcolo: 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore, 48 ore, 72 ore

Tabella punti di calcolo

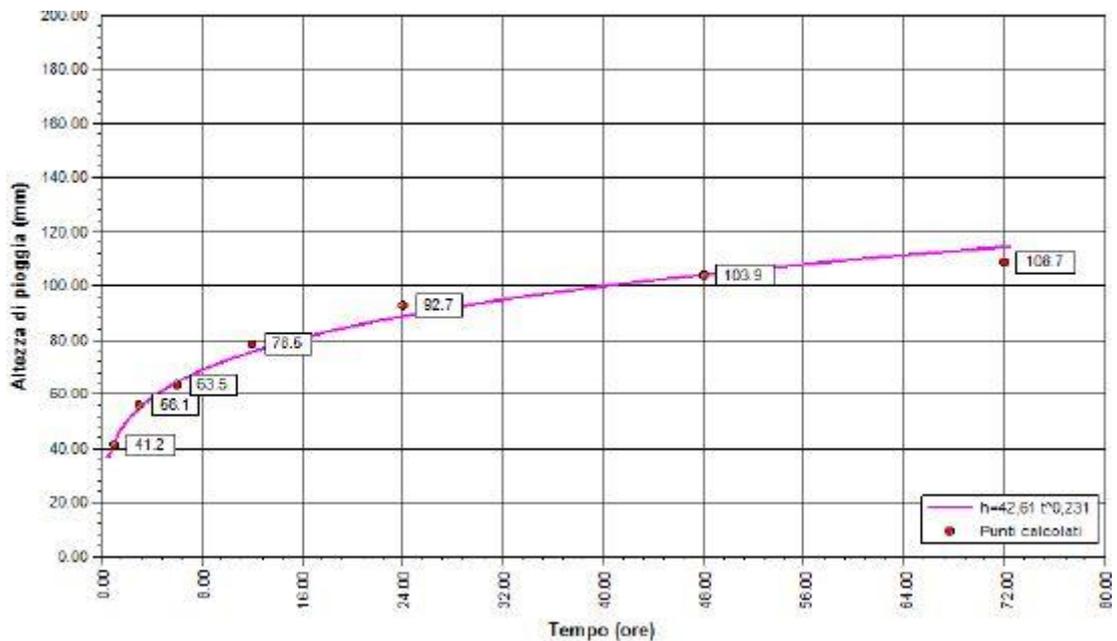
n	Durata		Altezza (mm)
	(ore)	(minuti)	
1	1.000	60	41.200
2	3.000	180	56.060
3	6.000	360	63.517
4	12.000	720	78.538
5	24.000	1440	92.732
6	48.000	2880	103.887
7	72.000	4320	108.726

Risultati interpolazione

Coefficienti curva			Espressione
a	n	correlazione (r)	
42.61	0.23	0.99	$h(t) = 42,6 t^{0,231}$

Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)
1	42.607	9	70.775	17	81.974
2	50.005	10	72.519	18	83.063
3	54.914	11	74.133	19	84.107
4	58.687	12	75.638	20	85.109
5	61.791	13	77.049	21	86.074
6	64.448	14	78.379	22	87.003
7	66.784	15	79.638	23	87.901
8	68.876	16	80.834	24	88.770



	AMPLIAMENTO DEL PARCHEGGIO DELLA STAZIONE FERROVIARIA DI RIMINI PROGETTO ESECUTIVO	
RELAZIONE IDRAULICA	CODIFICA MKGPRN01ERIMR03A	FOGLIO 26 di 40

Riassumendo, il dimensionamento del sistema di drenaggio si è basato sul dato di intensità di pioggia di progetto determinato sulla base dei dati pluviometrici locali attraverso l'analisi statistica della metodologia di Gumbel.

Si riportano di seguito i risultati sintetici utili alla progettazione del sistema di drenaggio:

- Curva dell'altezza di pioggia $h = 42.61 \cdot t^{0.23}$
- Tempo di durata dell'evento $t = 15$ min
- Tempo di ritorno dell'evento $Tr = 10$ anni
- Intensità di pioggia $i = 42.61 \cdot 0.25^{(0.23-1)} = 0,0344$ l/s m² = 123.91 mm/h m²

	AMPLIAMENTO DEL PARCHEGGIO DELLA STAZIONE FERROVIARIA DI RIMINI PROGETTO ESECUTIVO	
RELAZIONE IDRAULICA	CODIFICA MKGPRN01ERIMR03A	FOGLIO 27 di 40

5. Sistema di drenaggio delle acque meteoriche

5.1 Criteri progettuali

Le caratteristiche del parcheggio P3, ampliamento del P2, riprendono gli stessi criteri progettuali del P2. In tal senso, il progetto rappresenta il prolungamento del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche già previsto nel parcheggio P2. È stato progettato e dimensionato tenendo conto della superficie P2, sia per quanto concerne le portate che le quote di scorrimento dei collettori.

In accordo con i criteri sopra esposti, saranno realizzati due tipi di pavimentazione stradale, una in materiale drenante, in corrispondenza delle zone di sosta dei veicoli, l'altra in materiale impermeabile, in corrispondenza delle aree di manovra. Il materiale drenante diminuisce il deflusso delle acque piovane, e a tal fine si prevede l'utilizzo di *i.idro DRAIN*, un calcestruzzo preconfezionato con un'alta capacità drenante: capacità di drenaggio (*UNI EN 12697- 40*) >200 mm/min.

Al fine dello smaltimento delle acque meteoriche, su pavimentazione impermeabile sarà realizzata una nuova rete di drenaggio, in continuità con la rete del P2, tale da creare un polmone di laminazione.

5.2 Descrizione della rete di progetto

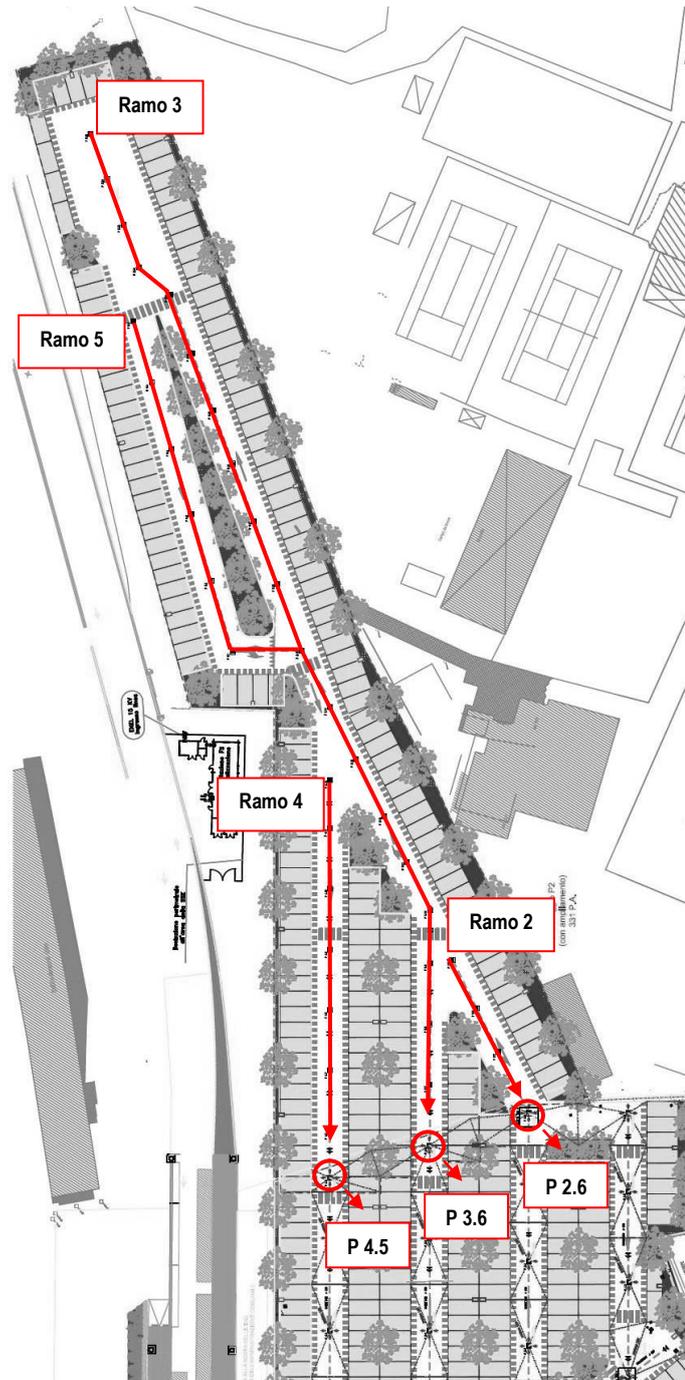
La rete di drenaggio di progetto del P3 si compone di:

- 3 rami di collettori DN400 (diametro interno 343 mm) in PEAD, con pendenza 0.2%;
- un ramo di collettori DN630 (diametro interno 535 mm) in PEAD, con pendenza 0.2%,

posizionati in corrispondenza delle aree di manovra del parcheggio.

Si utilizzano pozzetti prefabbricati 60x60 cm e 80x80 cm, con griglie in ghisa sferoidale 40x40 cm e 50x50 cm, di classe C250.

Con riferimento alla nomenclatura riportata sulla planimetria idraulica di progetto allegata, ogni ramo rappresenta il prolungamento della rete di smaltimento delle portate meteoriche del parcheggio P2. Pertanto, le acque raccolte saranno recapitate nel sistema di smaltimento del parcheggio P2, che a sua volta andrà a recapitare nell'apposito punto di allaccio al Fosso Fontana (condotta scatolare esistente 70x100 cm).



	AMPLIAMENTO DEL PARCHEGGIO DELLA STAZIONE FERROVIARIA DI RIMINI PROGETTO ESECUTIVO	
RELAZIONE IDRAULICA	CODIFICA MKGPRN01ERIMR03A	FOGLIO 29 di 40

5.3 Considerazioni in merito al recapito in fognatura esistente

Nell'area di Piazzale Cesare Battisti e di Via Roma, sussiste un sistema di smaltimento delle acque meteoriche collegato alle reti del servizio di fognatura gestito dal Gruppo Hera S.p.A..

La rete di drenaggio in progetto si allaccia al sistema di smaltimento acque del parcheggio P2, che a sua volta andrà a recapitare le portate miste raccolte nella condotta scatolare 70x100 cm in calcestruzzo (Fosso Fontana).

Risulta opportuno ricordare in questa sezione che, allo scopo di garantire una immissione di portata in fognatura massima pari a 15 l/s, nel progetto esecutivo del parcheggio P2 è prevista una strozzatura in corrispondenza dell'allaccio al Fosso Fontana. Secondo le linee guida per la progettazione di reti fognarie emesse dal Gruppo Hera ente gestore di Rimini, la dimensione minima delle tubazioni in immissione è di 160 mm. E' presente quindi una strozzatura con un diametro $\Phi 160$ mm.

	AMPLIAMENTO DEL PARCHEGGIO DELLA STAZIONE FERROVIARIA DI RIMINI PROGETTO ESECUTIVO	
	RELAZIONE IDRAULICA	CODIFICA MKGPRN01ERIMR03A

6. Criteri di calcolo adottati per le acque meteoriche

6.1 Calcolo delle portate meteoriche da drenare

La portata di acque meteoriche è calcolata mediante la formula:

$$Q = \varphi \times A \times i$$

Dove:

- Q è la portata d'acqua, in litri al secondo (l/s);
- i è l'intensità di precipitazione, in litri al secondo per metro quadrato (l/(s·m²));
- A è l'area effettiva della copertura, in metri quadrati (m²);
- Φ è il coefficiente di deflusso, adimensionale.

Dalla curva di possibilità pluviometrica precedentemente determinata, si ottiene che l'intensità di pioggia di progetto è pari a 123,91 mm/h (0,0344 l/s m²).

Il calcolo della superficie effettiva di scolo si è eseguito partendo dai dati geometrici delle porzioni di piazzale facenti capo a ciascuna caditoia secondo una suddivisione in parcelle di scolo basata sull'andamento altimetrico del piazzale.

Essendo la rete di drenaggio dell'ampliamento del parcheggio P2 posta in continuità con quella del parcheggio P2, ai fini dei calcoli di dimensionamento del sistema, si considera l'intero sistema (P2 + P3). Pertanto, La superficie totale considerata è data dalla somma delle due superfici di P2 e P3.

Considerando una superficie totale complessiva di captazione A pari a 4.500 m² e un coefficiente di deflusso φ uguale a 0,85 (asfalto), si ottiene:

$$Q = 0,0344 \text{ l/s m}^2 \cdot 4.500 \text{ m}^2 \cdot 0,85 = 132 \text{ l/s}$$

Quindi, la portata totale di scolo corrisponde a circa 132 l/s.

	AMPLIAMENTO DEL PARCHEGGIO DELLA STAZIONE FERROVIARIA DI RIMINI PROGETTO ESECUTIVO	
	RELAZIONE IDRAULICA	CODIFICA MKGPRN01ERIMR03A

6.2 Calcolo del volume di laminazione – IDROGRAMMA DI PROGETTO

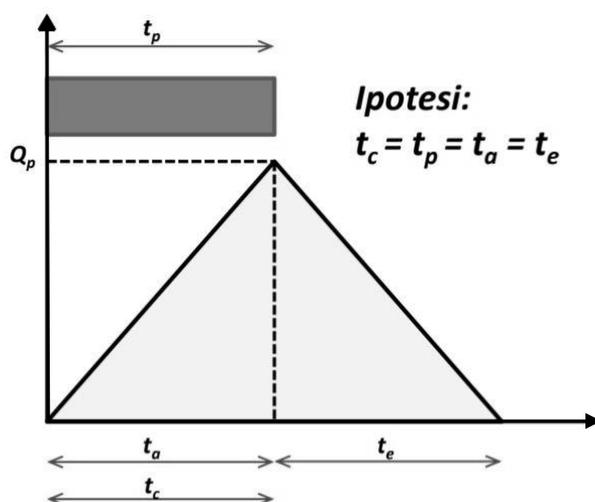
Come previsto nel progetto del parcheggio P2, la rete di drenaggio del suo ampliamento P3, oltre a svolgere la funzione di raccolta delle acque meteoriche, deve invasare le portate in arrivo.

È necessario, quindi, calcolare il volume di acqua da invasare e tale calcolo viene effettuato costruendo l'idrogramma delle portate in arrivo, utilizzando il metodo razionale.

Si noti che, al fine della determinazione dei volumi di invaso, vista la continuità idraulica tra il parcheggio P2 e il suo ampliamento P3, i calcoli vengono effettuati sull'intero sistema di smaltimento delle portate.

L'idrogramma è la rappresentazione grafica dell'andamento della portata nel tempo, quindi il volume del deflusso corrisponde all'integrale della portata, ovvero all'area sottesa dalla curva dell'idrogramma.

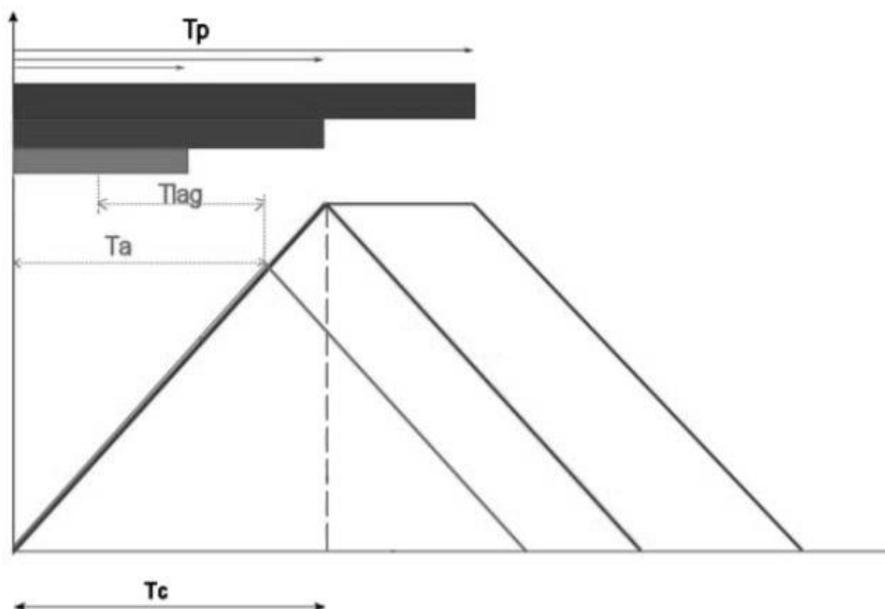
In genere, l'idrogramma viene approssimato da un triangolo, assumendo l'ipotesi che la durata t_p della precipitazione di progetto sia pari al tempo di corrivazione t_c . All'istante t_c , quando tutta la superficie del bacino concorre alla produzione del deflusso alla sezione di chiusura, la precipitazione cessa e la portata inizia a diminuire. Quindi anche t_a , (tempo di accumulo o di concentrazione) risulta esattamente uguale a t_c e t_p . La scelta di un idrogramma simmetrico (triangolo isoscele) rende infine la durata della fase di esaurimento t_e esattamente pari alle altre grandezze.



	AMPLIAMENTO DEL PARCHEGGIO DELLA STAZIONE FERROVIARIA DI RIMINI PROGETTO ESECUTIVO	
	RELAZIONE IDRAULICA	CODIFICA MKGPRN01ERIMR03A

Si possono ipotizzare quindi altri due scenari per la stima della portata di progetto, in funzione della durata della precipitazione critica rispetto al tempo di corrivazione:

- se la durata della pioggia, di intensità costante, è superiore al tempo di corrivazione, si osserva una persistenza della portata massima ma non un incremento della stessa, dato che non può aumentare la superficie del bacino che produce portata (già al 100% al tempo t_c).
L'idrogramma assume la forma di un trapezio con base minore ($t_p - t_c$) e base maggiore ($t_p + t_c$).
- Se, al contrario, la durata della precipitazione di intensità costante è inferiore al tempo di corrivazione, non si arriva alla completa contribuzione areale da parte del bacino.
L'idrogramma risulta di forma triangolare ma con la portata massima minore e successiva al termine della precipitazione.

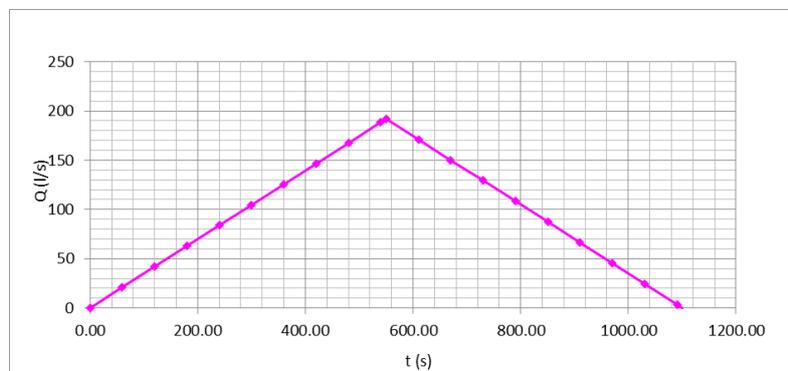


Al fine di determinare i volumi di acqua da invasare, si trascura il caso in cui la durata di precipitazione è inferiore al tempo di corrivazione, in quanto questa ipotesi porterebbe a sottostimare i volumi.

Quindi, il calcolo dell'invaso necessario viene effettuato nell'ipotesi di $t_p \geq t_c$:

- Se $t_p = t_c$:

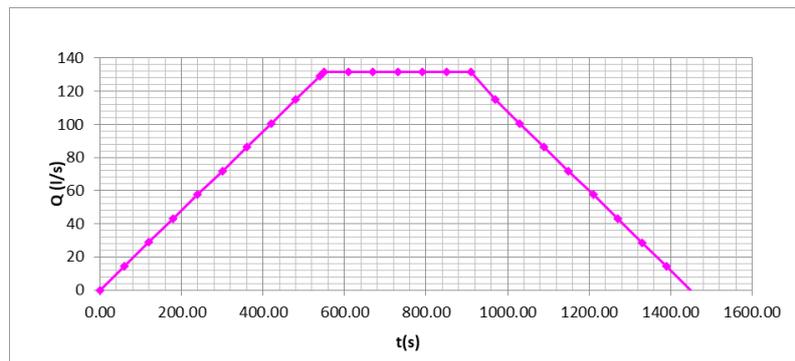
	t (min)	t (s)	Q _p (l/s)
t=0	0.00	0.00	0
	1.00	60.00	21
	2.00	120.00	42
	3.00	180.00	63
	4.00	240.00	84
	5.00	300.00	105
	6.00	360.00	126
	7.00	420.00	147
	8	480.00	168
	9.00	540.00	189
t_c	9.17	550.20	192
	10.17	610.20	171
	11.17	670.20	150
	12.17	730.20	129
	13.17	790.20	108
	14.17	850.20	87
	15.17	910.20	66
	16.17	970.2	45
	17.17	1030.20	24
	18.17	1090.20	3
2t_c	18.34	1100.40	0



Volume sotteso= 105874.80 dm³
105.87 m³

- Se $t_p > t_c$:

	t (min)	t (s)	Q _p (l/s)
t=0	0	0.00	0
	1	60.00	14
	2	120.00	29
	3	180.00	43
	4	240.00	57
	5	300.00	72
	6	360.00	86
	7	420.00	101
	8	480.00	115
	9	540.00	129
t_c	9.17	550.20	132
	10	610.20	132
	11	670.20	132
	12	730.20	132
	13	790.20	132
	14	850.20	132
t_p	15	910.20	132
	16	970.20	115
	17	1030.20	100
	18	1090.20	86
	19	1150.20	72
	20	1210.20	57
	21	1270.20	43
	22	1330.20	29
	23	1390.20	14
t_c+t_p	24	1450.20	0
Volume sotteso=	119201.34	dm ³	
	119.20	m ³	



	AMPLIAMENTO DEL PARCHEGGIO DELLA STAZIONE FERROVIARIA DI RIMINI PROGETTO ESECUTIVO	
RELAZIONE IDRAULICA	CODIFICA MKGPRN01ERIMR03A	FOGLIO 35 di 40

Dai risultati si ottiene che nell'ipotesi in cui la durata di progetto della pioggia coincide con il tempo di corrivazione, allora il volume sotteso dalla curva dell'idrogramma è pari a circa 106 m³ mentre, se si considera una durata dell'evento piovoso uguale a 15 min, allora l'idrogramma sottende un'area maggiore, a cui corrisponde un volume da invasare di 119.2 m³.

	AMPLIAMENTO DEL PARCHEGGIO DELLA STAZIONE FERROVIARIA DI RIMINI PROGETTO ESECUTIVO	
	RELAZIONE IDRAULICA	CODIFICA MKGPRN01ERIMR03A

6.3 Calcolo del volume di laminazione – INVARIANZA IDRAULICA

L' Art. 9 del Piano Stralcio di Bacino per il Rischio Idrogeologico della regione Emilia-Romagna riguarda il principio dell'invarianza idraulica e riporta quanto segue:

“Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa.

Al fine di garantire l'invarianza idraulica delle trasformazioni urbanistiche, è prescritto di realizzare un volume minimo di invaso atto alla laminazione delle piene, da collocarsi, in ciascuna area in cui si verifichi un aumento delle superfici impermeabili, a monte del punto di scarico dei deflussi nel corpo idrico recettore.

Detto volume minimo d'invaso deve essere realizzato in ogni intervento che modifichi le condizioni preesistenti del sito in termini di permeabilità delle superfici.”

Il volume minimo deve essere calcolato secondo la procedura riportata nel capitolo 7 della "Direttiva per le verifiche e il conseguimento degli obiettivi di sicurezza idraulica", approvata con Delibera Comitato Istituzionale n. 3/2 del 20/10/2003.

La misura del volume minimo d'invaso da prescrivere in aree sottoposte a una quota di trasformazione I (% dell'area che viene trasformata) e in cui viene lasciata inalterata una quota P (tale che I+P=100%) è data dal valore convenzionale:

$$w = w^{\circ} (\vartheta/\vartheta^{\circ})^{(1/(1-n))} - (15 * I) - (w^{\circ} * P)$$

essendo:

- w° = 50 mc/ha
- ϑ = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione
- ϑ° = coefficiente di deflusso prima della trasformazione
- $n=0.48$ (esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora, stimato nell'ipotesi che le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5', 15' e 30' siano rispettivamente il 30%, 60% e 75%, come risulta -orientativamente- da vari studi sperimentali; si veda ad es. CSDU, 1997)
- I e P espressi come frazione dell'area trasformata

	AMPLIAMENTO DEL PARCHEGGIO DELLA STAZIONE FERROVIARIA DI RIMINI PROGETTO ESECUTIVO	
	RELAZIONE IDRAULICA	CODIFICA MKGPRN01ERIMR03A

Il volume così ricavato è espresso in mc/ha e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento (superficie territoriale, S_t), a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata.

Si avrà pertanto che:

$$\text{Volume di invaso (mc)} = w * S_t$$

Per la stima dei coefficienti di deflusso ϕ e ϕ° si fa riferimento alla relazione convenzionale:

$$\phi^\circ = 0.9 * (Imp)^\circ + 0.2 * (Per)^\circ$$

$$\phi = 0.9 * (Imp) + 0.2 * (Per)$$

in cui (Imp) e (Per) sono rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile, prima della trasformazione (se connotati dall'apice $^\circ$) o dopo (se in assenza di apice $^\circ$).

Il calcolo del volume di invaso richiede quindi la definizione delle seguenti grandezze:

- quota dell'area di progetto che viene interessata dalla trasformazione (I); è da notare che anche le aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate, devono essere incluse a computare la quota I
- quota dell'area di progetto non interessata dalla trasformazione (P): essa è costituita solo da quelle parti che non vengono significativamente modificate, mediante regolarizzazione del terreno o altri interventi anche non impermeabilizzanti
- quota dell'area da ritenersi permeabile (Per): tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione
- quota dell'area da ritenersi impermeabile (Imp): tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione

	AMPLIAMENTO DEL PARCHEGGIO DELLA STAZIONE FERROVIARIA DI RIMINI PROGETTO ESECUTIVO	
	RELAZIONE IDRAULICA	CODIFICA MKGPRN01ERIMR03A

Per maggiori dettagli sull' invarianza idraulica si rimanda all' elaborato tecnico MKGPRN01ERIMR04A allegato.

Nel caso in oggetto il volume minimo d'invaso da prevedere viene riportato nella tabella seguente:

Calcolo invarianza idraulica

I	100%	
P	0%	
IMP°	0	
PER°	1	
IMP°	0.45	
PER°	0.55	
Φ°	0.2	
Φ	0.515	
w°	50	mc/ha
n	0.48	
w	292	mc/ha
St	1	ha
Volume di invaso minimo	292	mc/ha

Alla luce delle considerazioni e dei calcoli effettuati, il dimensionamento e la verifica della rete sono effettuati sulla base del criterio più restrittivo, ovvero secondo il principio dell'invarianza idraulica, in quanto quest'ultimo prevede il valore maggiore del volume minimo da invasare, e pari a 292 mc.

	AMPLIAMENTO DEL PARCHEGGIO DELLA STAZIONE FERROVIARIA DI RIMINI PROGETTO ESECUTIVO	
	RELAZIONE IDRAULICA	CODIFICA MKGPRN01ERIMR03A

7. Verifiche idrauliche

La verifica idraulica viene effettuata calcolando la capacità di invaso della intera rete di drenaggio:

tratto	DN [mm]	D _{int} [mm]	L [m]	Gr [%]	K [m ^{1/3} /s]	i [m/m]	A _(100%) [mq]	A _(85%) [mq]	Volume [mc]	
P2	P3-P1	800	690	49	0.85	85	0.002	0.37	0.32	15.57
	P1-P3.1	800	690	33.6	0.85	85	0.002	0.37	0.32	10.67
	P5.3-P3.1	800	690	50	0.85	85	0.002	0.37	0.32	15.88
	P6.3-P6.2	800	690	12	0.85	85	0.002	0.37	0.32	3.81
	P6.2-P3.1	800	690	33.6	0.85	85	0.002	0.37	0.32	10.67
	P3.2-P3.1	800	690	11.5	0.85	85	0.002	0.37	0.32	3.65
	P4.5-P4.1	800	690	52	0.85	85	0.002	0.37	0.32	16.52
	P4.1-P3.2	800	690	23	0.85	85	0.002	0.37	0.32	7.31
	P3.5-P3.1	800	690	57	0.85	85	0.002	0.37	0.32	18.11
	P3.2-P1.1	800	690	40	0.85	85	0.002	0.37	0.32	12.71
	P2.2-P2.6	800	690	55	0.85	85	0.002	0.37	0.32	17.47
P1.1-P1.4	800	690	43	0.85	85	0.002	0.37	0.32	13.66	
P3	P2.6-P2.8	400	343	24	0.85	85	0.002	0.09	0.08	1.88
	P3.6-P3.9	400	343	38	0.85	85	0.002	0.09	0.08	2.98
	P3.9-P3.13	400	343	48	0.85	85	0.002	0.09	0.08	3.77
	P3.13-P3.17	400	343	58	0.85	85	0.002	0.09	0.08	4.55
	P3.17-P3.18	400	343	10	0.85	85	0.002	0.09	0.08	0.79
	P3.18-P3.20	400	343	22	0.85	85	0.002	0.09	0.08	1.73
	P3.13-P5.5	400	343	68	0.85	85	0.002	0.09	0.08	5.34
	P4.5-P4.10	600	535	71	0.85	85	0.002	0.22	0.19	13.56

Volume invasato = 180.63 mc

Ai fini del calcolo si è ipotizzato un grado di riempimento massimo Gr dell'85% ed un coefficiente di scabrezza K pari a 85.

	AMPLIAMENTO DEL PARCHEGGIO DELLA STAZIONE FERROVIARIA DI RIMINI PROGETTO ESECUTIVO	
RELAZIONE IDRAULICA	CODIFICA MKGPRN01ERIMR03A	FOGLIO 40 di 40

Dai calcoli si evince che il volume invasato dalla rete di drenaggio è pari a circa 180 mc. Il sistema di collettori quindi non risulta sufficiente all'invaso del volume minimo richiesto. Si prevede di immagazzinare il volume in eccesso, pari a 112 mc, attraverso lo scarico di troppo pieno nell' aiuola del parcheggio P2.

In particolare, la capacità di invaso dell'aiuola corrisponde a 113 mc. Quindi, sommando il volume invasato all'interno della rete di drenaggio e quello invasato nell'aiuola, si garantisce il minimo volume da invasare richiesto.

Nella presente relazione, non vengono riportate le verifiche di moto uniforme condotte sui collettori, in quanto la rete risulta ampiamente verificata.