

dott. Alessandro Ratazzi – geologo
via Castello Presati 15
24129 Bergamo

tel. 348 4077474
e-mail georatto@libero.it
Ordine dei Geologi della Lombardia n° 1431

COMMITTENTE | PODONA S.r.l.

OGGETTO | Valutazione dei quantitativi di acque bianche meteoriche (principio dell'invarianza idraulica ed idrologica, ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12, aggiornato con il R.R. n.8 del 19 aprile 2019) e stima del dimensionamento dei pozzi perdenti in via Portico n.15

Relazione di calcolo

COMUNE | Orio al Serio (BG)

DATA | gennaio 2024

RELATORE | *dott. geol. Alessandro Ratazzi*



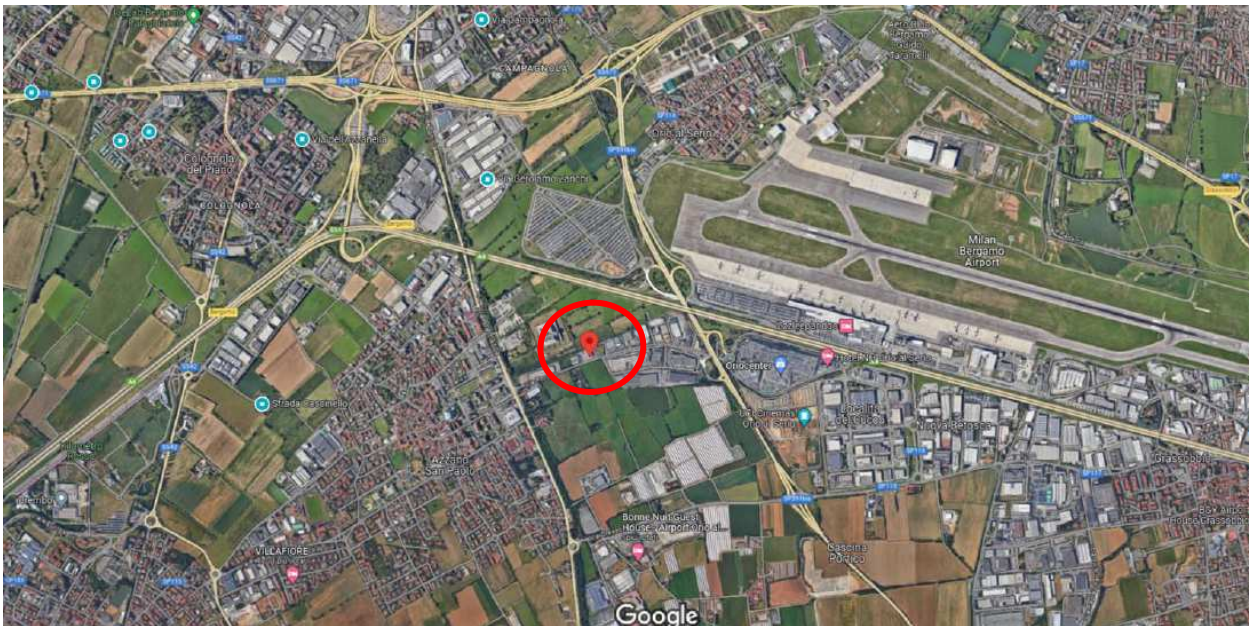
A handwritten signature in black ink, appearing to read "Alessandro Ratazzi".



Premessa

Su incarico della Società Podona S.r.l. sono stati valutati i quantitativi di acque bianche meteoriche necessari per la progettazione del sistema di raccolta e dispersione che rispetti il principio dell'invarianza idraulica ed idrologica (ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12, aggiornato con il R.R. n.8 del 19 aprile 2019) in via Portico n.15 nel comune di Orio al Serio (Bg).

Come indicato nel Regolamento Regionale del 23 novembre 2017 - n. 7, il comune in oggetto ricade in area ad alta criticità idraulica ("A") e quindi con una massima portata scaricabile nei ricettori (U_{lim}) pari a 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

**E**COMUNE DI ORIO AL SERIO
Protocollo**COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE**

Protocollo N.0004408/2024 del 23/03/2024

Firmatario: Alessandro Ratazzi, Marco Birolini, LUCA PAOLO BELOTTI

Note di meteorologia e pluviometria

Sulla scorta delle indicazioni esposte dall’Agenzia regionale per la protezione dell’ambiente della Regione Lombardia sulla base dei parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 50, 100 e 200 anni, sono state ricostruite le diverse curve di probabilità pluviometrica per l’area in esame.



Calcolo della linea segnalatrice 1-24 ore

Località: Orio al Serio
 Coordinate:

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>
 A1 - Coefficiente pluviometrico orario 29.8
 N - Coefficiente di scala 0.293
 GEV - parametro alpha 0.298
 GEV - parametro kappa -0.012
 GEV - parametro epsilon 0.824

Linea segnalatrice
 Tempo di ritorno (anni) 50

Evento pluviometrico
 Durata critica [ore] 9.4393
 Precipitazione cumulata [mm] 115.884

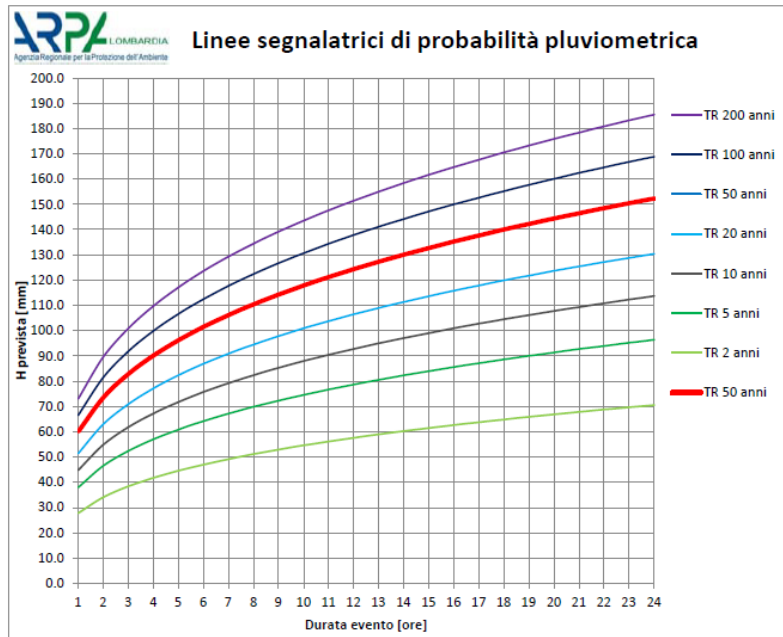
Formulazione analitica

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

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

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

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0.93346	1.27503	1.50375	1.72508	2.01443	2.23339	2.45338	2.01443
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	27.8	38.0	44.8	51.4	60.0	66.6	73.1	60.03
2	34.1	46.6	54.9	63.0	73.5	81.5	89.6	73.55
3	38.4	52.4	61.8	70.9	82.8	91.8	100.9	82.83
4	41.8	57.0	67.3	77.2	90.1	99.9	109.7	90.11
5	44.6	60.9	71.8	82.4	96.2	106.7	117.2	96.20
6	47.0	64.2	75.8	86.9	101.5	112.5	123.6	101.48
7	49.2	67.2	79.3	90.9	106.2	117.7	129.3	106.17
8	51.2	69.9	82.4	94.5	110.4	122.4	134.5	110.40
9	53.0	72.3	85.3	97.9	114.3	126.7	139.2	114.28
10	54.6	74.6	88.0	100.9	117.9	130.7	143.5	117.86
11	56.2	76.7	90.5	103.8	121.2	134.4	147.6	121.20
12	57.6	78.7	92.8	106.5	124.3	137.8	151.4	124.33
13	59.0	80.6	95.0	109.0	127.3	141.1	155.0	127.28
14	60.3	82.3	97.1	111.4	130.1	144.2	158.4	130.07
15	61.5	84.0	99.1	113.7	132.7	147.2	161.6	132.73
16	62.7	85.6	101.0	115.8	135.3	150.0	164.7	135.26
17	63.8	87.1	102.8	117.9	137.7	152.7	167.7	137.69
18	64.9	88.6	104.5	119.9	140.0	155.2	170.5	140.01
19	65.9	90.0	106.2	121.8	142.2	157.7	173.2	142.25
20	66.9	91.4	107.8	123.7	144.4	160.1	175.9	144.40
21	67.9	92.7	109.3	125.4	146.5	162.4	178.4	146.48
22	68.8	94.0	110.8	127.2	148.5	164.6	180.8	148.49
23	69.7	95.2	112.3	128.8	150.4	166.8	183.2	150.44
24	70.6	96.4	113.7	130.4	152.3	168.9	185.5	152.32



E
 COMUNE DI ORIO AL SERIO
 Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
 Protocollo N.0004408/2024 del 23/03/2024
 Firmatario: Alessandro Ratazzi, Marco Birolini, LUCA PAOLO BELOTTI

Dispersione delle acque bianche meteoriche

Per le considerazioni idrogeologiche è stato fatto riferimento alle personali conoscenze dell'area e, per una miglior definizione dei valori di permeabilità (media definita in 1.08×10^{-4} m/s), e consentire una riduzione del 30% del volume di accumulo (art.11, comma 2, lettera e), numero 3), è stata effettuata una prova di smaltimento in scavo.



Lato	1.0	m	$k = \frac{d(h_2 - h_1)}{32(t_2 - t_1)h_m}$ con h_m = altezza media dell'acqua nel pozzetto ($h_m > d/4$); d = diametro del pozzetto; $t_2 - t_1$ = intervallo di tempo; $h_2 - h_1$ = variazione di livello dell'acqua nell'intervallo $t_2 - t_1$ con h_m = altezza media dell'acqua nel pozzetto ($h_m > d/4$); b = lato della base del pozzetto. $t_2 - t_1$ = intervallo di tempo; $h_2 - h_1$ = variazione di livello dell'acqua nell'intervallo $t_2 - t_1$.
Lato	1.2	m	
H1	2.60	m	
H0	1.90	m	
Hm medio	2.25	m	
altezza dispersa	0.70	m	
volume disperso	0.84	mc	
tempo	25	minuti	
portata	5.60E-04	mc/s	
permeabilità	1.31E-04	m/s	
permeabilità (2)	8.57E-05	m/s	
permeabilità media	1.08E-04	m/s	

Sulla scorta dei dati pluviometrici sono stati stimati i possibili quantitativi di acqua di pertinenza delle nuove superfici impermeabili fornite dai progettisti, e pari a:

Lotto privato 3.554,56

Lotto pubblico/OOU 2.956,006mq

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	> 0,4		
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

E
 COMUNE DI ORIO AL SERIO
 Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
 Protocollo N.0004408/2024 del 23/03/2024
 Firmatario: Alessandro Ratazzi, Marco Birolini, LUCA PAOLO BELOTTI

Per quanto indicato in normativa si seguirà il metodo di calcolo delle sole piogge, valutando (con un tempo di ritorno pari a 50 anni):

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,\text{lim}} \cdot D_w \quad D_w = \left(\frac{Q_{u,\text{lim}}}{2.78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Considerando dei coefficienti di deflusso pari a:

- 1,0 per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture, e pavimentazioni continue quali strade, vialetti, parcheggi;
- 0,7 per le pavimentazioni drenanti o semipermeabili, quali strade, vialetti, parcheggi; tetti verdi e giardini pensili sovrapposti a solette comunque costituite
- 0,3 per le sotto-aree permeabili, comprese le aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque

Prevedendo la dispersione nel sottosuolo, sarà necessario che il quantitativo di acqua determinato sia smaltito e/o immagazzinato da pozzi perdenti con ampia superficie e volume in modo che abbiano anche una funzione di serbatoio.

La capacità d'infiltrazione del sistema disperdente si stima con la legge di Darcy:

$$Q_f = k \cdot J \cdot A_f$$

- dove:
- Q_f è la portata d'infiltrazione (mc/sec);
 - k è il coefficiente di permeabilità (m/s);
 - J è la cadente piezometrica (m/m);
 - A_f è la superficie netta d'infiltrazione (mq).

- considerando:
- la cadente piezometrica J pari a 1;
 - D il diametro esterno del pozzo;
 - il coefficiente di permeabilità del terreno K ;
 - A_f la superficie orizzontale drenante effettiva calcolabile come quella di un anello di larghezza $Z/2$ attorno al pozzo (non si tiene conto della capacità drenante del fondo del pozzo per via della sua possibile occlusione)

l'espressione precedente si può scrivere: $Q = K/2 \cdot [(D + H)^2 - D^2] \cdot \pi/4$, espressa in mc/sec

E

LOTTO PRIVATO

È stata verificata la potenzialità di un sistema di smaltimento articolato con n.7 pozzi, profondi 3.5 m, e con diametro interno pari a 2.0 m (*).

Comune	Orio al Serio	
Criticità	A	
Portata scaricabile nei ricettori (Ulim)	10	l/s/ha
Lotto privato		
Tetti, coperture, solette, $\Phi=1$	3554.56	mq
Pavimentazioni semi-permeabili, tetti verdi e giardini pensili, $\Phi=0.7$	0.00	mq
Sotto-aree permeabili, $\Phi=0.3$	0.00	mq
Coefficiente di deflusso medio Φ	1.00	
Durata critica	9.61	ore
Precipitazione cumulata	117.40	mm
Acque di prima pioggia	0.00	mc
Volume di acqua da disperdere	294.40	mc
Riduzione 30% art.11, comma 2, lettera e), numero 3	88.32	mc
Permeabilità del terreno	1.00E-04	m/s
Volume minimo necessario di accumulo	206.08	mc
Ipotesi n. 7 pozzi D(m)= 2.0 H(m)= 3.5		
Volume totale accumulo in pozzi	209.38	mc
Portata infiltrata equivalente	12.56	l/s/ha
Dispersione nel terreno in pozzi	4.46	l/s
Dispersione nel terreno in pozzi	16.07	mc/h
Delta volume entrante-volume uscito	267.68	mc
Tempo di svuotamento	18.32	ore

LOTTO PUBBLICO

È stata verificata la potenzialità di un sistema di smaltimento articolato con n.6 pozzi, profondi 3.5 m, e con diametro interno pari a 2.0 m (*).

Comune	Orio al Serio	
Criticità	A	
Portata scaricabile nei ricettori (Ulim)	10	l/s/ha
Lotto pubblico		
Tetti, coperture, solette, $\Phi=1$	2956.06	mq
Pavimentazioni semi-permeabili, tetti verdi e giardini pensili, $\Phi=0.7$	0.00	mq
Sotto-aree permeabili, $\Phi=0.3$	0.00	mq
Coefficiente di deflusso medio Φ	1.00	
Durata critica	9.61	ore
Precipitazione cumulata	117.40	mm
Acque di prima pioggia	0.00	mc
Volume di acqua da disperdere	244.83	mc
Riduzione 30% art.11, comma 2, lettera e), numero 3	73.45	mc
Permeabilità del terreno	1.00E-04	m/s
Volume minimo necessario di accumulo	171.38	mc
Ipotesi n. 6 pozzi D(m)= 2.0 H(m)= 3.5		
Volume totale accumulo in pozzi	173.73	mc
Portata infiltrata equivalente	12.95	l/s/ha
Dispersione nel terreno in pozzi	3.83	l/s
Dispersione nel terreno in pozzi	13.78	mc/h
Delta volume entrante-volume uscito	219.82	mc
Tempo di svuotamento	17.77	ore

* Si è considerato che il volume tra il pozzo cilindrico e le pareti dello scavo verrà riempito con materiale ghiaioso-ciottoloso drenante.

Il sistema di immagazzinamento e dispersione ipotizzato consente di soddisfare così la relazione che mette in equilibrio i volumi dell'acqua "entranti" con quelli "smaltiti".
Il tempo di svuotamento risulta minore del limite di 48 ore fissato nell'articolo 11, comma 2, lettera f) del regolamento.

La granulometria dei depositi, e la loro permeabilità, dovranno essere comunque verificate e confermate anche in fase di scavo, eventualmente prevedendo prove di dispersione in fase preliminare; si raccomanda in ogni modo di realizzare eventuali i pozzi perdenti discosti il più possibile dalle strutture di fondazione.

Si ricorda infine l'importanza della manutenzione e della pulizia del sistema disperdente nel corso del tempo, che potrebbe, se non effettuata in modo corretto, diminuire anche sensibilmente la capacità di dispersione.

Soluzioni diverse potranno essere predisposte su richiesta del progettista.

Resto a disposizione per qualsiasi chiarimento.



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Alessandro Ratazzi".

E
COMUNE DI ORIO AL SERIO Protocollo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N.0004408/2024 del 23/03/2024 Firmatario: Alessandro Ratazzi, Marco Birolini, LUCA PAOLO BELOTTI