

Dr.ssa Cristina Iarabek geologo

Viale Giovanni da Cermenate, 66

20141 Milano

C.F.: RBK CST68L 53F 205C

P. IVA: 12075800156

iarabek@inwind.it

cristina.iarabek@pec.epap.it

Nuovo capannone

Via Ca' Fittavoli

Comune di Barzana – fraz. Arzenate (BG)

VALUTAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA

Regolamento regionale 19 aprile 2019 - n. 8

Maggio 2023

PREMESSA

Su incarico della Committenza, Società " Green Mass Logistic s.r.l." con sede in Milano (MI), via Vittoria Colonna n.27, è stato redatto il presente studio geologico tecnico nell'ambito della realizzazione di un nuovo capannone in via Ca' Fittavoli, in Comune di Barzana, frazione di Arzenate, BG.

Il nuovo capannone verrà costruito nei terreni al Foglio 9, mappali n° 2750-2745-3055-2762-2743-2765-3051-3056 del Censuario di Barzana.

Il presente rapporto ottempera il **Regolamento regionale 19 aprile 2019 - n. 8** "Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 "Legge per il governo del territorio")".

I principi di invarianza idraulica e idrologica (L.r. 4/2016, art. 7, comma 2) si applicano agli interventi edilizi definiti dall'art. 27, comma 1, lettere d), e, f) della l.r. 12/2005 e a tutti gli interventi che comportano una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione, secondo quanto specificato nel regolamento regionale di cui al comma 5.

Gli interventi edilizi a cui si applica il nuovo Regolamento sono:

1. **di ristrutturazione edilizia**, come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera d) del d.p.r. 380/2001, solo se consistono nella demolizione totale, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio e ricostruzione con aumento della superficie coperta dell'edificio demolito; ai fini del presente regolamento, non si considerano come aumento di superficie coperta gli aumenti di superficie derivanti dall'efficientamento energetico che rientrano nei requisiti dimensionali previsti al primo periodo dell'articolo 14, comma 6, del decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102 (Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE);
2. **di nuova costruzione**, così come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001, compresi gli ampliamenti; sono escluse le sopraelevazioni che non alterano la superficie coperta dell'edificio;
3. **di ristrutturazione urbanistica**, così come definiti dall'articolo 3, comma 1, lettera f), del d.p.r. 380/2001;
4. **relativa opere di pavimentazione e di finitura di spazi esterni**, anche per le aree di sosta, di cui all'articolo 6, comma 1, lettera e-ter), del d.p.r. 380/2001, con una delle caratteristiche che seguono:
 - a) di estensione maggiore di 150 m²;
 - b) di estensione minore o uguale di 150 m², solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c), del presente comma o di cui al comma 3;
5. **pertinenziali** che comportino la realizzazione di un volume inferiore al 20 per cento del volume dell'edificio principale, con una delle caratteristiche che seguono:
 - a) di estensione maggiore di 150 m²;
 - b) di estensione minore o uguale di 150 m², solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c), del presente comma.";

Sono inoltre soggetti all'applicazione del regolamento gli interventi relativi alla realizzazione di:

a) parcheggi, aree di sosta e piazze, con una delle caratteristiche che seguono:

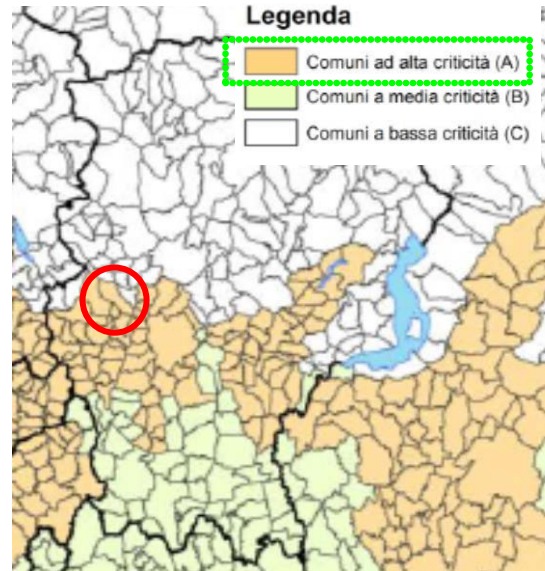
1. estensione maggiore di 150 m²;
2. estensione minore o uguale di 150 m², solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c), del comma 2;

b) aree verdi sovrapposte a nuove solette comunque costituite, qualora facenti parte di un intervento di cui al comma 2 o alla lettera a) del presente comma;

Ambiti territoriali di applicazione (art. 7)

Nell'ambito della suddivisione del territorio regionale in bacini il territorio regionale è suddiviso in:

1. **aree A ad alta criticità idraulica** → bacini idrografici critici (bacini idrografici in cui gli allagamenti sono connessi alla presenza di elevata urbanizzazione)
 - massima portata meteorica scaricabile nei recettori pari a 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile.
2. **aree B a media criticità idraulica** → comprensori di bonifica e irrigazione
 - massima portata meteorica scaricabile nei recettori pari a 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile
3. **aree C a bassa criticità idraulica** → aree non rientranti nelle aree A e B
 - massima portata meteorica scaricabile nei recettori pari a 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile



Si intendono “bacini idrografici critici” quelli in cui gli allagamenti sono connessi alla presenza di elevata urbanizzazione.

Il territorio comunale di Barzana rientra nell'area A

Le acque di riferimento per l'applicazione delle misure di invarianza idraulica e idrologica sono le acque meteoriche di dilavamento, cioè la parte delle acque di una precipitazione atmosferica che, non assorbita o evaporata, dilava le superfici scolanti.

Sono escluse le acque di prima pioggia scolanti dalle aree esterne elencate all'articolo 3 del regolamento regionale 24 marzo 2006, n. 4 (Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26)

Nello studio specifico, su una superficie fondiaria = 13.818,27 m², la superficie relativa a:

- Piazzali impermeabili = 4.520,53 m²

è soggetta a Regolamento Regionale n.4 art.3 comma 1 lettera b e comma 3 e non sarà conteggiata nei calcoli.

Per le aree ad elevata criticità idraulica (A) il Regolamento, relativamente alle **nuove urbanizzazioni** prevede valori massimi ammissibili della portata meteorica scaricabile nei recettori pari a 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento (Art.8, comma 1) e, in ogni caso, a valle di invasi di laminazione dimensionati per rispettare le portate massime ammissibili (Art. 8, comma 3).

I SISTEMI DI CONTROLLO E GESTIONE DELLE ACQUE PLUVIALI (ART. 5)

Devono essere effettuati, ove possibile, mediante sistemi che garantiscono l'infiltrazione, l'evapotraspirazione e il riuso. Nella scelta degli interventi da realizzare per la gestione delle acque pluviali, sono da preferire, laddove possibile, quelli di tipo naturale quali avvallamenti, rimodellazioni morfologiche, depressioni del terreno, trincee drenanti, nonché quelli che consentono un utilizzo multifunzionale dell'opera.

La realizzazione di uno scarico delle acque pluviali in un ricettore è dovuta in caso di capacità di infiltrazione dei suoli inferiore rispetto all'intensità delle piogge più intense.

Il medesimo scarico deve avvenire a valle di invasi di laminazione dimensionati per rispettare le portate massime ammissibili di cui all'articolo 8.

Lo smaltimento dei volumi invasati deve avvenire secondo il seguente ordine decrescente di priorità:

a) *mediante il riuso dei volumi stoccati, in funzione dei vincoli di qualità e delle effettive possibilità, quali innaffiamento di giardini, acque grigie e lavaggio di pavimentazioni e auto;*

b) *mediante infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, compatibilmente con le caratteristiche pedologiche del suolo e idrogeologiche del sottosuolo, con le normative ambientali e sanitarie e con le pertinenti indicazioni contenute nella componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio (PGT) comunale;*

c) *scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale, con i limiti di portata di cui all'articolo 8;*

d) *scarico in fognatura, con i limiti di portata di cui all'articolo 8.*

Nel caso si debbano realizzare uno o più invasi di laminazione, essi dovranno comunque essere dimensionati adottando i seguenti valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione:

- a) Requisito minimo delle misure di invarianza idraulica ed idrologica per le aree A ad alta criticità idraulica: 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento (art.12, comma 2, lettera a)

Nella progettazione degli interventi di invarianza idraulica e idrologica è necessario analizzare i **processi di interscambio** che intervengono durante i fenomeni piovosi intensi **tra la superficie del suolo e il sistema idrico sotterraneo per valutare la soggiacenza della superficie piezometrica rispetto al piano campagna.**

Se la falda più superficiale è a quota sufficientemente inferiore al piano campagna è possibile infiltrare una parte dell'afflusso meteorico, in funzione della capacità di infiltrazione del suolo.

Se la falda più superficiale è prossima o coincidente con il piano campagna, non è ammissibile l'infiltrazione dell'afflusso meteorico.

In ogni caso, il progetto deve valutare ogni possibilità di **incentivare l'infiltrazione delle acque meteoriche afferenti da superfici non suscettibili di inquinamento allo scopo di tendere alla restituzione delle stesse ai naturali processi di infiltrazione preesistenti all'intervento.** Il progetto deve conseguentemente valutare la realizzazione di strutture di infiltrazione quali aree verdi di infiltrazione, trincee drenanti, pozzi drenanti, cunette verdi, pavimentazioni permeabili, adeguate a tale obiettivo;

Nel caso dell'intervento in oggetto, si presentano le seguenti caratteristiche del territorio:

- terreni caratterizzati dalla presenza di depositi fini a supporto di matrice limosa argillosa
- spessore desunto dalle prove penetrometriche di materiale argilloso dominante compreso tra 5÷10 metri
- permeabilità superficiale bassa (da PGT)
- *soggiacenza della superficie freatica*: non rilevata, anche se non si esclude la presenza di falde sospese locali. Da PGT, per estrapolazione delle curve isofreatiche, potrebbe attestarsi ad una quotaintorno – 10 m dal piano campagna.

Dall'indagine tomografica elettrica si migliora la conoscenza del sottosuolo in merito alla profondità/estensione della falda, ipotizzandola a profondità maggiori in ragione dei valori propri di resistività e della discontinuità degli orizzonti ghiaiosi prevalenti che non giustificano la presenza di una falda freatica permanente. Lo spessore dell'orizzonte "più grossolano" si colloca ad una profondità compresa tra oltre 5-7 metri e 15-18 metri rispetto al piano topografico, con un andamento complesso ed eterogeneo.

Una considerazione importante da ricordare è che la risoluzione tomografica agli estremi della sezione deve considerare una risoluzione trapezoidale, con conseguente "taglio" della risoluzione, in relazione al pattern di acquisizione delle misure insito nel metodo.

Di conseguenza il progetto degli interventi di invarianza idraulica e idrologica prevede la valutazione di strutture di accumulo, quali vasche e successivo *scarico in corpo idrico superficiale artificiale* (Rio Monte delle Rode) con portata meteorica scaricabile pari a 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento (Art.8, comma 1).

L'art.11 comma 2 del Regolamento Regionale 7/2017 e s.m.i, indica la metodologia di calcolo dell'invarianza idraulica ed idrologica per il rispetto dei limiti di scarico in caso di interventi di impermeabilizzazione potenziale media o alta ricadenti negli ambiti territoriali di criticità media o alta (come nel caso in esame).

Nella redazione del progetto di invarianza idraulica e idrologica, gli interventi di contenimento e controllo delle acque meteoriche devono essere dimensionati in modo da rispettare i valori di portata limite, assumendo i seguenti valori di tempi di ritorno:

- **Tr = 50 anni**: da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse;
- **Tr = 100 anni**: da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate o per il dimensionamento e la verifica di eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati.

Ai fini dell'individuazione delle diverse modalità di calcolo dei volumi da gestire per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica, gli interventi di cui all'articolo 3 richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica sono suddivisi nelle classi di cui alla tabella 1, a seconda della superficie interessata dall'intervento e del coefficiente di deflusso medio ponderale, calcolato ai sensi dell'articolo 11, comma 2, lettera d).

Ai fini della definizione della superficie interessata dall'intervento, lo stesso deve essere considerato nella sua unitarietà e non può essere frazionato.

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Area A, B	Area 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		
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4		
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)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

Tabella 1 - Regolamento regionale 19 aprile 2019 - n. 8 Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 "Legge per il governo del territorio").

CALCOLO DEL DEFLUSSO MEDIO PONDERALE

Superficie totale = 13.818,27 m² = 1,381827 ha

Superficie impermeabile = 11.745,53 m² = 1,174553 ha $\phi = 1$

Di cui

- 4520,53 m² sup. Piazzali Impermeabili soggetti a Regolamento Regionale n.4 art.3 comma 1 lettera b - comma 3

- 7225,00 m² sup. Coperta (tetti)

Nuova superficie totale = 9297,74 m²

Superficie impermeabile = 7225,00 m²

$\phi = 1$

Superficie verde = 2.072,74 m² = 0,207274 ha

$\phi = 0.3$

Tipologia di area	Coefficiente di deflusso	A [mq]	A ragguagliata [mq]	A [ha]	A ragguagliata [ha]
area impermeabile/tetti	1.00	7225,00	7225,00	0,7225	0,7225
verde	0.30	2.072,74	621,82	0,207274	0,062182

Coefficiente di deflusso medio ponderale	$\Phi = ((A_{imp} * 1) + (A_{verde} * 0.3)) / A_{tot} = \mathbf{0,844}$
------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------

In considerazione del valore del coefficiente di deflusso medio ponderale e della superficie interessata dall'intervento, applicando i criteri della Tabella 1 dell'art. 8, l'intervento ricade nella classe 2 (impermeabilizzazione potenziale media) e si dovranno applicare, conseguentemente, il Metodo delle sole piogge.

In ogni caso, essere garantito il volume minimo di laminazione indicato tra i requisiti minimi di cui all'art. 12 comma 2 del Regolamento, pari a 800 m³ per ettaro di superficie scolante.

CALCOLO DELLE ACQUE METEORICHE RICADENTI SULL'AREA: ANALISI IDROLOGICA - CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

La determinazione della pioggia di progetto che ricade nell'area in esame viene effettuata sulla base del calcolo della linea di possibilità pluviometrica i cui parametri per la costruzioni sono forniti da ARPA Lombardia.

Le curve di possibilità pluviometrica sono delle curve che permettono di ricavare l'altezza di pioggia che si abbatte sull'area in esame assegnato un determinato tempo di ritorno corrispondente ad una certa durata dell'evento.

La curva ha il seguente andamento:

$$h = a t^n$$

dove h rappresenta l'altezza per un assegnato tempo di ritorno corrispondente alla durata t, mentre a ed n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica.

Viene riportato il foglio di calcolo così come viene predisposto da Arpa stessa, con riportate le coordinate UTM32 della stazione usata come riferimento.

Si riportano inoltre i grafici delle linee segnalatrici per diversi tempi di ritorno, dove è stata evidenziata in rosso la linea segnalatrice usata per il calcolo ($T_{ritorno} = 50$ anni).

Nella tabella sottostante sono riportati i valori di queste piogge; il valore di ogni cella indica la massima pioggia caduta, di quella particolare durata, con uno specifico tempo di ritorno.

CALCOLO DELLA LINEA SEGNATRICE 1-24 ORE

Località:	Barzana - Arzenate		Evento pluviometrico	
Coordinate UTM32:	X=: 543816,1 Y=5063838,02		Durata dell'evento [ore]	24
Tempo di ritorno (anni)	50		Precipitazione cumulata [mm]	161.8
Parametri ricavati da:	http://idro.arpalombardia.it			
A1 - Coefficiente pluviometrico orario			30.68	
N - Coefficiente di scala			0.30219999	
GEV - parametro alpha			0.30199999	
GEV - parametro kappa			-0.0072	
GEV - parametro epsilon			0.8233	

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/Ispp.pdf> http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

Dai dati pluviometrici si ricava la curva di possibilità pluviometrica (figura 1). Tale curva, per assegnati tempi di ritorno, correla l'altezza di precipitazione alla durata della stessa.

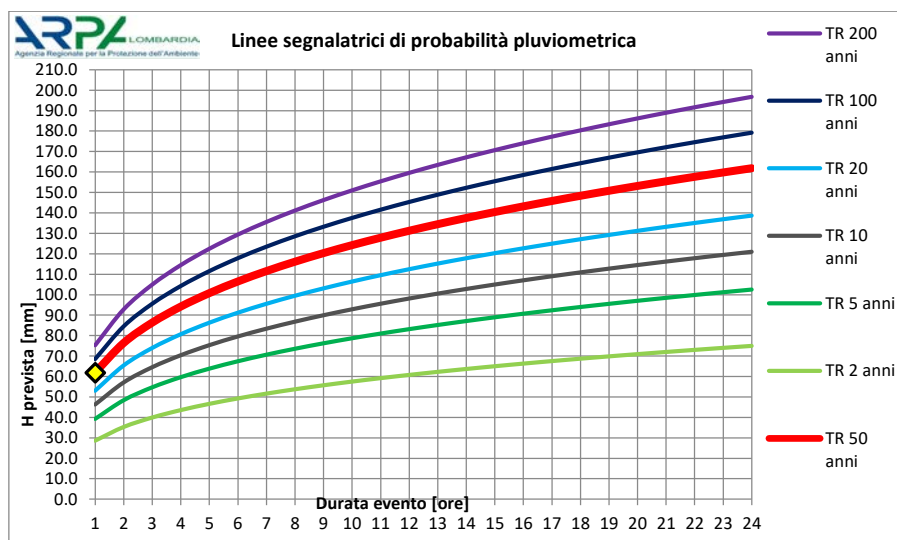


Figura 1

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

Tr	2	5	10	20	50	100	200	Tr = 50
wT	0,93413	1,27874	1,50845	1,72996	2,01839	2,23581	2,45352	2,0183943
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20anni	TR 50anni	TR 100anni	TR 200anni	TR 50 anni
1	28.7	39.2	46.3	53.1	61.9	68.6	75.3	61,9243381
2	35.3	48.4	57.1	65.4	76.4	84.6	92.8	76,3541479
3	39.9	54.7	64.5	74.0	86.3	95.6	104.9	86,3072764
4	43.6	59.6	70.4	80.7	94.1	104.3	114.4	94,1464387
5	46.6	63.8	75.3	86.3	100.7	111.6	122.4	100,71406
6	49.3	67.4	79.5	91.2	106.4	117.9	129.4	106,418877
7	51.6	70.6	83.3	95.6	111.5	123.5	135.5	111,493614
8	53.7	73.5	86.8	99.5	116.1	128.6	141.1	116,084747
9	55.7	76.2	89.9	103.1	120.3	133.2	146.2	120,291087
10	57.5	78.7	92.8	106.4	124.2	137.6	151.0	124,182776
11	59.2	81.0	95.5	109.5	127.8	141.6	155.4	127,811588
12	60.7	83.1	98.1	112.5	131.2	145.4	159.5	131,216949
13	62.2	85.2	100.5	115.2	134.4	148.9	163.4	134,429642
14	63.6	87.1	102.7	117.8	137.5	152.3	167.1	137,474217
15	65.0	88.9	104.9	120.3	140.4	155.5	170.6	140,370595
16	66.2	90.7	107.0	122.7	143.1	158.6	174.0	143,13519
17	67.5	92.4	108.9	124.9	145.8	161.5	177.2	145,781705
18	68.6	94.0	110.8	127.1	148.3	164.3	180.3	148,321706
19	69.8	95.5	112.7	129.2	150.8	167.0	183.3	150,765058
20	70.9	97.0	114.4	131.2	153.1	169.6	186.1	153,120248
21	71.9	98.4	116.1	133.2	155.4	172.1	188.9	155,394639
22	72.9	99.8	117.8	135.1	157.6	174.6	191.6	157,594659
23	73.9	101.2	119.4	136.9	159.7	176.9	194.2	159,725962
24	74.9	102.5	120.9	138.7	161.8	179.2	196.7	161,793547

Dai dati ARPA disponibili (curve di possibilità pluviometrica) risulta che per la località in oggetto prevista, le altezze di pioggia per la durata di 1 ora per i seguenti tempi di ritorno Tr sono:

Durata piogge		Tempo di ritorno			
		10 anni	20 anni	50 anni	100 anni
h>1	A ₁ *W _T	46.24	53.04	61.88	68.55
	n	0.30219999	0.30219999	0.30219999	0.30219999

IL METODO DELLE SOLE PIOGGE E IL VOLUME DI INVASO

Il calcolo del volume di invaso viene eseguito con il metodo delle sole piogge, cioè tramite la sola curva di possibilità pluviometrica, ipotizzando costante la portata massima in uscita dalla vasca.

Con questa ipotesi il volume entrante W_e nella vasca per effetto di una pioggia di durata D risulta:

$$W_e = S * \phi * a * D^n$$

dove ϕ è il coefficiente di deflusso ponderale calcolato per l'intera superficie di trasformazione di progetto che convoglia le acque alla vasca e S è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso

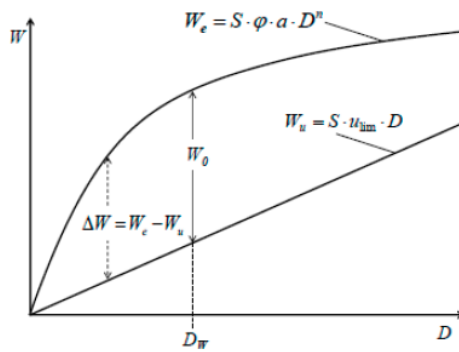
Nello stesso tempo D il volume uscito dalla vasca W_u sarà:

$$W_u = Q_u * D_w$$

Pertanto il volume di invaso di laminazione della vasca W_0 sarà dato da:

$$W_0 = W_e - W_u = 10 * S * \phi * a * D_w^n - 3,6 * Q_{ulim} * D_w$$

Il volume W_0 da assegnare alla vasca è il valore massimo che si ottiene per una precipitazione critica di durata D_w come evidenziato nella figura sottostante



in cui il valore massimo di W_0 si ottiene calcolando il valore della *durata critica* D_w dalla seguente espressione:

$$D_w = (u_{lim} / (2.78 * \phi * a * n))^{(1/n-1)}$$

Pertanto, considerato che:

$$u_{lim} = 10 \text{ l/s*ha}$$

$$\phi = 0,844 \text{ (-)}$$

$$a = 61.88 \text{ mm/h per Tr 50 anni} - 68.55 \text{ mm/h per Tr=100 anni}$$

$$n = 0,30199999 \text{ per Tr 50 anni e } h > 1 - (0,50 \text{ per } h < 1)$$

$$D_w = (u_{lim} / (2.78 * \phi * a * n))^{(1/n-1)} = 10.62 \text{ h}$$

per cui il volume W_0 di laminazione risulta:

$$W_0 = 10 * S * \phi * a * D_w^n - 3,6 * Q_{ulim} * D_w = 691.68 \text{ m}^3.$$

Con il volume specifico di laminazione $w_0 = 881.47 \text{ m}^3$, in base alla formula

$$w_0 = W_0 / (S * \phi)$$

Il volume di laminazione così calcolato è **maggiore** del volume derivante dal parametro di Requisito Minimo (articolo 12 del regolamento) pari a $800 \text{ m}^3/\text{ha}_{imp}$, pari a **691.68 m^3** e quindi soddisfa il requisito.

Eseguendo la verifica per un tempo di ritorno T_{100} , il valore di W_0 risulta pari a **800.96 m^3** , **da adottare per la verifica del grado di sicurezza per il dimensionamento della vasca definitiva.**

Tali dimensioni soddisfano le prescrizioni di cui all'art 11 comma 2 lettera d relativo a Tr = 100 relativo al rischio sui beni insediati ed eventuali misure locali anche non strutturali di protezione idraulica.

VALORE MASSIMO AMMISSIBILE DELLA PORTATA METEORICA SCARICABILE NEI RICETTORI

L'area oggetto di intervento è classificata come area A di cui al comma 3 dell'articolo 7.

Gli scarichi nel ricettore sono limitati mediante l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore stesso e comunque entro i seguenti valori massimi ammissibili.

Per quanto attiene alle portate massime scaricabili la normativa prevede il seguente valore:

$$Q_{u_{max}} = u_{lim} * \phi_m * A$$

$Q_{u_{max}}$ [l/s]: portata massima in uscita dall'invaso

A [ha]: area totale dell'intervento

ϕ_m [-]: coefficiente di afflusso medio ponderale

u_{lim} [l/(s * ha_{imp})]: portata massima scaricabile specifica per unità d'area impermeabile per le aree A è 10 [l/s] per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento

Si ipotizza quindi di far defluire per scarico nel Rio Monte delle Rode, contestualmente all'ingresso della portata di pioggia nella vasca di cui sopra, una portata corrispondente a quella stabilita dall'art. 8 del Regolamento e pari, per la zona in questione, a $u_{lim} = 10 \text{ l/s}$ per ettaro di superficie impermeabile.

Nel caso in oggetto la **portata massima scaricabile in uscita** è pari a:

$$Q_{umax} = S * u_{lim} = 9297,74/10.000*10 = \mathbf{7,847 \text{ l/s}} = 0,007847 \text{ m}^3/\text{s}$$

a cui corrisponde un tempo di svuotamento teorico minimo dell'invaso di: $800.96 \text{ m}^3/0,007847 = 102.072,13 \text{ s}/3600 = \mathbf{28,35 \text{ ore}}$.

Il *tempo di svuotamento* $T_{SV T100}$ della vasca (W_0/Q_{ulim}) inferiore a quello previsto dall'art. 10 del Regolamento (48 ore).

Ipotizzando però un rilascio più graduale, così da rispettare comunque le prescrizioni del Regolamento (svuotamento in 48 ore da fine precipitazioni) nel periodo intercorrente tra la fine del fenomeno atmosferico ed il termine stabilito per l'ottenimento della vasca vuota, è possibile calcolare, per inverso, la portata in uscita dall'invaso fissando il tempo di svuotamento in 48 ore:

$$Q_{umed} = W / t_{lim} = \mathbf{800.96/(48*3.600) = 4,64 \text{ l/s}}$$

Questa portata garantirà, comunque, lo svuotamento del bacino entro le 48 ore, diminuendo lo scarico medio nel ricettore finale ed evitando, quindi, eventuali fenomeni di sovraccarico o sovrappressione ed un miglior funzionamento idraulico sia della rete di scarico, sia del ricettore stesso e il rispetto della portata concessa in scarico.

L'ipotesi di effettuare infiltrazione nel sottosuolo non è, infatti, consigliabile in ragione della presenza di terreni superficiali dello spessore compreso tra 5-10 m a limitata permeabilità, nonché della limitata potenza di orizzonte ghiaioso limoso sottostante nel sottosuolo, evidenziato dalle indagini ERT effettuate, ragion per cui le acque accumulate saranno interamente conferite in corso d'acqua superficiale con il limite sopra indicato.

CONCLUSIONI

L'intervento in progetto, sotteso alla definizione delle modalità di drenaggio, accumulo e smaltimento delle acque pluviali per la nuova realizzazione di complesso produttivo da realizzarsi in Barzana, località Arzenate, nella zona industriale, dovrà prevedere un sistema di volanizzazione delle acque mediante accumulo in vasca superficiale di **800 m³**.

Nello studio specifico, su una superficie fondiaria = 13.818,27 m², la superficie relativa ai piazzali impermeabili = 4.520,53 m² è soggetta a Regolamento Regionale n.4 art.3 comma 1 lettera b e comma 3 e non è stata conteggiata nei calcoli, ma deve seguire tale normativa.

Le acque meteoriche saranno raccolte al piede dei pluviali di copertura dei fabbricati principali; la rete di raccolta e recapito sarà realizzata con tubazioni in pvc a tenuta dotate di pozzetti d'ispezione; le condotte saranno immesse in un pozzo di accesso alla vasca di raccolta.

Successivamente la portata in uscita verrà scaricata, nella rio Monte delle Rode che corre al margine Nord e Ovest del S.U.A.P., con un valore pari 4,64 l/s che garantirà lo svuotamento del bacino entro le 48 ore, come indicato nel R.R.: art.11, comma 2, lettera f, punto 2.

Ad integrazione, si consiglia la realizzazione delle seguenti tipologie di dispositivi:

- tetti verdi
- sistemi modulari geocellulari – in alternativa alla vasca

MONETIZZAZIONE


Esiste la possibilità di considerare la monetizzazione, nel caso di impossibilità a realizzare le opere di invarianza idraulica o idrologica, come previsto all'articolo 16 del R.R.

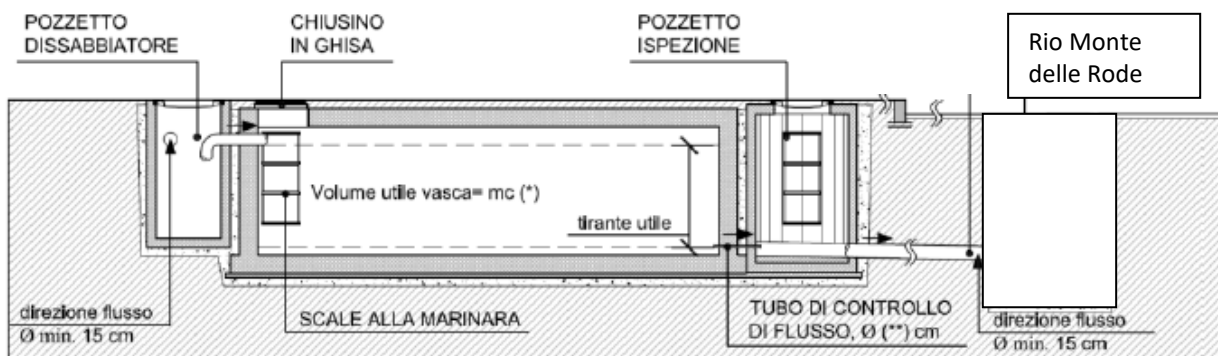
La monetizzazione è consentita per i soli interventi edilizi di cui all'articolo 3, comma 2, lettere da b) a e) e devono sussistere contestualmente tutte le condizioni di cui alle lettere del presente comma, quali:

a) sono caratterizzati da un rapporto tra la superficie occupata dall'edificazione e la superficie totale dell'intervento maggiore o uguale al 90 per cento, e pertanto da una superficie dell'area esterna all'edificazione minore del 10 per cento;

- b) è dimostrata l'impossibilità a realizzare nell'area dell'intervento esterna all'edificazione il volume di laminazione di cui all'art. 11, comma 2, lettera e), numero 3;
- c) è dimostrata l'impossibilità a realizzare il volume di laminazione di cui all'art. 11, comma 2, lettera e), numero 3, in altre aree esterne poste nelle vicinanze di quelle dell'intervento, per loro indisponibilità o condizioni di vincolo;
- d) la realizzazione del volume di laminazione di cui all'art. 11, comma 2, lettera e), numero 3, sulle coperture dell'edificato è motivatamente impedita;
- e) la realizzazione del volume di laminazione di cui all'art. 11, comma 2, lettera e), numero 3, nel sottosuolo dello stesso sia impedita in quanto l'intervento edilizio è previsto senza modifiche delle sue strutture di fondazione.

Ai sensi della lettera g) del comma 5 dell'articolo 58 bis della l.r. 12/2005, il valore della monetizzazione è pari al volume di laminazione di cui all'articolo 11, comma 2, lettera e), numero 3, moltiplicato per il costo unitario parametrico di una vasca di volanizzazione o di trattenimento o anche disperdimento, che è assunto pari a 750 euro per mc di invaso, come dettagliato in allegato M.


Cristina Iarabek



tipologia di invaso di laminazione e di organo di regolazione