

Regione LOMBARDIA

Provincia di Lodi

Comune di Codogno

## **RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA**

### **Committente**

Nome **MARVAL Srl**

Indirizzo **Codogno LO**

### **Edificio / Area**

Descrizione

ne **NUOVA SEDE ENEGREEN**

Indirizzo **via Nenni, S.P. 126 Codogno**

### **Studio tecnico**

Nome **NICOLINI ING. LORENZO - STUDIO TECNICO**

Indirizzo **VIA UGO BASSI, 2/A - 26845 CODOGNO (LO)**

### **Progettista**

Nome **Ing. Nicolini Lorenzo**

Ordine di **Ingegneri della provincia di Lodi - n. 117**

Rif.: ENEGREEN

Software di calcolo: Edilclima - EC737 - versione 2

Data di redazione del documento: 13/04/2023

## **INDICE**

- 1. PREMESSA**
- 2. DESCRIZIONI GENERALI DELL'AREA E DATI AMMINISTRATIVI**
- 3. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA E/O IDROLOGICA**
- 4. PORTATE MASSIME SCARICABILI**
- 5. DEFINIZIONE DELLE PIOGGE DI PROGETTO**
- 6. METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ADOTTATI**
  - 6.1 Requisiti minimi
  - 6.2 Metodo delle sole piogge
- 7. CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA SCARICATA**
- 8. TEMPO DI SVUOTAMENTO**
- 9. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI**

## 1. PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la verifica del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica e/o idrologica relativi al progetto di RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA DI FABBRICATI ESISTENTI CON ANNESSI AMPLIAMENTI PER REALIZZAZIONE DI NUOVA SEDE UFFICI ENEGREEN , sito in Viale P. Nenni 9 a Codogno (LO).

L'area drenata oggetto d'intervento si estende su una superficie di 2405,0 m<sup>2</sup>. (sola superficie da considerarsi ai fini del calcolo idrologico per invarianza idraulica).

Nello specifico, scopo del presente lavoro è l'individuazione delle modifiche all'assetto idrogeologico dell'area, conseguenti alle trasformazioni in progetto, con l'obiettivo di definire le misure compensative e/o le caratteristiche delle opere necessarie ad evitare l'aggravio delle condizioni idrauliche rispetto alla situazione preesistente o come da richiesta di norma.

Le verifiche del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica e/o idrologica vengono condotte conformemente al R.R. 7/2017 di Regione Lombardia come integrato e modificato dal R.R. 8/2019 e normative correlate. Nello specifico verranno adottati i metodi di calcolo in essa richiamati.

Nel presente documento verranno descritte le soluzioni progettuali adottate, i metodi di calcolo utilizzati e verranno riportati i report dei calcoli eseguiti, con relativi grafici, e le verifiche effettuate.

Il Regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 contiene "criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n.12 (Legge per il governo del territorio)".

Invarianza idraulica: principio in base al quale le portate massime di afflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione (articolo 58 bis, comma 1, lettera a) della l.r. 12/2005.

Invarianza idrologica: principio in base al quale sia le portate che i volumi di afflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non devono essere maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione (articolo 58 bis, comma 1, lettera b) della l.r. 12/2005.

In particolare, con tale Regolamento, la Regione Lombardia definisce:

- gli interventi edilizi richiedenti le misure di invarianza idraulica e idrologica;
- gli ambiti territoriali di applicazione differenziati in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori;
- il valore massimo della portata meteorica scaricabile nei ricettori per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica nei diversi ambiti territoriali individuati;
- la classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica e le modalità di calcolo;
- le indicazioni tecniche costruttive e degli esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano;
- la possibilità, per i comuni, di prevedere la monetizzazione come alternativa alla diretta realizzazione per gli interventi previsti in ambiti urbani caratterizzati da particolari condizioni urbanistiche o idrogeologiche.

## 2. DESCRIZIONI GENERALI DELL'AREA E DATI AMMINISTRATIVI

### Individuazione dell'area

Comune di Codogno Provincia Lodi  
Livello di criticità Area B - criticità media  
Classe dell'intervento 2 - Impermeabilizzazione potenziale media

### CARATTERISTICHE AREA

Descrizione	Tipo area	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Coeff. Afflusso $\phi$
ampliamento edificio 2 + tettoie (ed1+2)	Area impermeabile	1'200,0	1,00
pavimentazione edificio 2	Area semi-impermeabile	830,0	0,70
tettoia edificio 3	Area impermeabile	375,0	1,00

Superficie totale 2'405,0 m<sup>2</sup> Coefficiente afflusso medio ponderale  $\phi_m$  0,8965

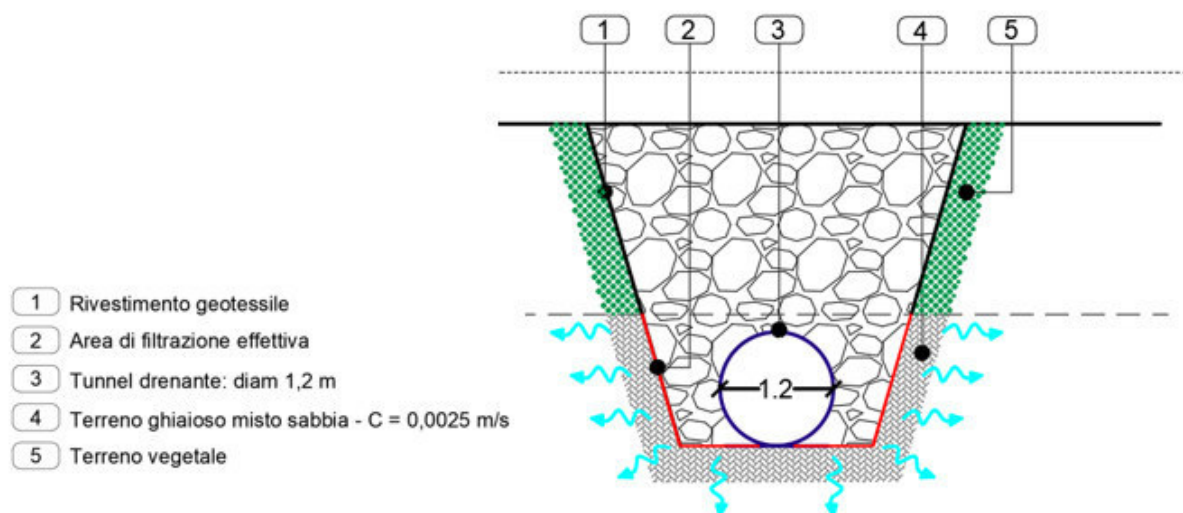
### Dati amministrativi

Concessione edilizia n. \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_\_  
Richiesta permesso di costruire \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_\_  
Permesso di costruire/DIA/SCIA/CIL o CIA \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_\_  
Variante permesso di costruire/DIA/SCIA/CIL o CIA \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_\_

### 3. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA E/O IDROLOGICA

La soluzione adottata per il rispetto delle prescrizioni sull'invarianza idraulica e idrologica si suddivide in due differenti recettori:

- **Trincee drenanti di lunghezza e diametro come sotto dettagliatamente specificato**



L'adozione di queste misure di smaltimento acque meteoriche risulta attuabile dal momento che l'analisi geologica effettuata in loco ha evidenziato la presenza di un terreno caratterizzato da buona permeabilità: coefficiente di permeabilità  $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$  (coefficiente tipico di sabbie grossolane pulite e miscele sabbie/ghiaie).

I tunnel drenanti sono tipologie di sistemi di drenaggio in grado di emungere o smaltire acqua dai/nei terreni circostanti. Tradizionalmente essi necessitano della presenza di trincee drenanti: scavi in trincea, di varia sezione, riempiti con materiali inerti naturali (ghiaia o spezzato di cava) ad elevata permeabilità. L'acqua viene trasportata lungo la trincea utilizzando per l'appunto la tubazione drenante collocata alla base della trincea.

Per evitare l'intasamento del corpo drenante questo viene completamente rivestito da strati di geotessuto. Poiché gli elementi drenanti sono a contatto con l'atmosfera il sistema è detto a gravità e la pressione agente sui contorni drenanti è pari a quella atmosferica.

Il dimensionamento di tali opere di smaltimento di acque meteoriche viene effettuato sulla base dell'evento critico caratterizzante il bacino in analisi: portata critica e durata critica sono quindi le variabili che permetteranno, in primo luogo, di calcolare il volume di laminazione necessario all'interno di tali opere.

Il calcolo della portata critica (e del volume di laminazione necessario) viene effettuato in funzione dell'intera superficie di afferenza del bacino, con particolare riferimento alla rete di smaltimento del piazzale e alla copertura dell'edificio.

- **Vasca di laminazione**

in c.a. interrata, nella zona sottostante l'ingresso dell'edificio "Uffici" con num. 2 pompe di sollevamento a convogliare le acque meteoriche verso serbatoi interrati in serie per ri-uso irriguo con successivo troppo pieno in grado di far defluire le stesse verso fognatura comunale con rispetto della portata massima di riferimento per il lotto in analisi ( $Q 20 \text{ l/s}$ );

#### Volumi previsti per le opere di cui sopra:

VASCA DI LAMINAZIONE :  
TRINCEE DRENANTI :

#### 4. PORTATE MASSIME SCARICABILI

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

$$Q_{umax} = u_{lim} \cdot \varphi_m \cdot A$$

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

$A$  [ha]: area totale dell'intervento

$\varphi_m$  [-]: coefficiente di afflusso medio ponderale

$u_{lim}$  [l/(s · ha<sub>imp</sub>)]: portata massima scaricabile specifica per unità d'area impermeabile

I valori massimi scaricabili ammissibili definiti dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 per ciascun ambito, sono:

- Aree A:  $u_{lim} = 10$  [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree B:  $u_{lim} = 20$  [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree C:  $u_{lim} = 20$  [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]

Nel caso specifico  $Q_{umax} = 4,3$  l/s.

## 5. DEFINIZIONE DELLE PIOGGE DI PROGETTO

Al fine di dimensionare e verificare le opere d'invarianza idraulica in progetto devono essere definite preventivamente le precipitazioni di progetto.

A tal fine, per durate di precipitazione superiori ad un'ora, viene applicato il metodo della legge probabilistica GEV (Generalized Extreme Values).

Tale metodo a partire dai parametri di riferimento  $a_1$  ed  $n$  della curva di possibilità pluviometrica, definito il tempo di ritorno  $TR$  dell'evento critico, ricalcola il parametro  $a$  per il caso specifico e calcola l'altezza di pioggia come segue:

$$h = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

$h$  [mm]: altezza di pioggia

$a_1$  [mm/ora<sup>n</sup>]: coefficiente pluviometrico orario

$D$  [ore]: durata di pioggia

$n$  [-]: coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia

$w_T$  [-]: coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno  $TR$  [anni]

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

$\varepsilon, \alpha, k$  [-]: parametri della legge probabilistica GEV

Per durate inferiori a un'ora si utilizzano tutti i parametri adottati per le durate superiori ad un'ora, tranne il parametro  $n$  che viene definito in modo specifico per tale durata.

In assenza di dati più precisi spesso, in letteratura tecnica idrologica, viene riportato un valore indicativo pari a  $n = 0,5$ .

Per quanto attiene i parametri caratteristici delle linee segnalatrici di pioggia si possono estrarre per il territorio regionale dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia:

<http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml>

In alternativa a tali precipitazioni di progetto, possono essere assunti valori diversi solo nel caso si disponga di dati ufficiali più specifici per la località oggetto dell'intervento, dichiarandone l'origine e la validità.

Considerato che l'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica contribuisce in modo fondamentale alle misure di prevenzione dell'esondazione dei corsi d'acqua e delle reti di drenaggio urbano, il Regolamento regionale prevede che siano valutate le condizioni locali di rischio di allagamento residuo per eventi di tempo di ritorno alti, quelli cioè che determinano un superamento anche rilevante delle capacità di controllo assicurate dalle strutture fognarie; gli interventi di contenimento e controllo delle acque meteoriche sono conseguentemente dimensionati in modo da rispettare i valori di portata limite di cui all'articolo 8, assumendo i seguenti valori di tempi di ritorno:

$TR = 50$  [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere d'invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.

$TR = 100$  [anni]: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; il medesimo tempo di ritorno è adottato anche per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.

## 6. METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ADOTTATI

Al fine di ottemperare alle verifiche di invarianza idraulica e/o idrologica vengono adottati i seguenti metodi di calcolo:

- metodo dei requisiti minimi
- metodo delle sole piogge

Nei paragrafi seguenti verranno descritti tali metodi ed a fine relazione verranno riportati i report dei calcoli.

Tra tutti questi metodi adottati si assumerà quale valore del volume minimo di progetto il maggiore tra tutti i valori calcolati.

### 6.1 Requisiti minimi

Per gli interventi aventi superficie interessata dall'intervento minore o uguale a 300 m<sup>2</sup>, ovunque ubicati nel territorio regionale, il requisito minimo richiesto consiste, in alternativa:

- nell'adozione di un sistema di scarico sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo e non in un ricettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o dai fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio. In questo caso non è richiesto il rispetto della portata massima e non è necessario redigere il progetto d'invarianza idraulica;
- nell'adozione del requisito minimo.

Nel caso d'interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale bassa, indipendentemente dalla criticità dell'ambito territoriale in cui ricadono, e nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale media o alta e ricadenti nell'ambito territoriale di bassa criticità, il requisito minimo da soddisfare consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i seguenti valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione:

- Aree A:  $w_{\min} = 800$  [m<sup>3</sup> per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree B:  $w_{\min} = 500$  [m<sup>3</sup> per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree C:  $w_{\min} = 400$  [m<sup>3</sup> per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]

\* Il valore va moltiplicato per il coefficiente di riduzione di cui alla tabella riportata nell'Allegato C del Regolamento.

Tali volumi sono da adottare anche nel caso d'interventi classificati a impermeabilizzazione potenziale media o alta e ricadenti negli ambiti territoriali ad alta e media criticità, qualora il volume risultante dai calcoli fosse minore.

Ulteriormente, il progetto prevede di ottemperare ai requisiti di invarianza mediante il solo utilizzo di strutture di infiltrazione, quindi il requisito minimo di cui sopra è ridotto del 30 per cento. I calcoli di dimensionamento delle strutture di infiltrazione saranno basati su prove di permeabilità, allegate al progetto, rispondenti ai requisiti riportati nell'Allegato F di cui al R.R. 7/2017 e s.m.i.



## 6.2 Metodo delle sole piogge

Il metodo delle sole piogge si basa sul confronto tra la curva cumulata delle portate entranti e quella delle portate uscenti, ipotizzando che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi, considerando costante la portata uscente ed andando a massimizzare il volume accumulato.

Nello specifico la portata media entrante viene calcolata come segue:

$$Q_e = 2,78 \cdot a \cdot \varphi_m \cdot D^{n-1} \cdot A$$

$Q_e$  [l/s]: portata media entrante

$\varphi_m$  [-]: coefficiente d'afflusso medio ponderale

$A$  [ha]: area totale interessata dall'intervento

$a$  [mm/ora<sup>n</sup>]: parametro della linea segnalatrice di pioggia

$D$  [ore]: durata della precipitazione

Conseguentemente il volume entrate  $W_e$  [m<sup>3</sup>] è pari a:

$$W_e = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D^n \cdot A$$

Il volume uscente  $W_u$  [m<sup>3</sup>], essendo ipotizzata costante la portata uscente pari alla massima  $Q_{umax}$  [l/s], ha la seguente formulazione:

$$W_u = 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D$$

Pertanto, il volume invasato ad ogni durata  $D$  [ore] è pari a:

$$\Delta W = W_e - W_u = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D$$

Attraverso semplici passaggi matematici, derivando l'equazione sopra, si ottiene il valore della durata critica della precipitazione ( $D_w$ ) ed il conseguente volume critico dell'invaso ( $W_0$ ):

$$D_w = \left( \frac{Q_{umax}}{2,78 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$$

$D_w$  [ore]: durata critica d'invaso

$Q_{umax}$  [l/s]: portata uscente massima

$W_0$  [m<sup>3</sup>]: volume di laminazione

$a$  [mm/ora<sup>n</sup>]: parametro della linea segnalatrice di pioggia

$n$  [-]: coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia

$A$  [ha]: area totale interessata dall'intervento

$\varphi_m$  [-]: coefficiente d'afflusso medio ponderale

Si osservi che il parametro  $n$  (esponente della curva di possibilità pluviometrica) da utilizzare nelle equazioni precedenti dovrà essere congruente con la durata  $D_w$ , tenendo conto che il valore di  $n$  è generalmente diverso per le durate inferiori all'ora, per le durate tra 1 e 24 ore e per le durate maggiori di 24 ore.

Adottando valori di  $n$  valevoli per durate superiori ad un'ora si deve ottenere un valore di durata  $D_w$  superiore all'ora. Se così non fosse, si deve adottare un valore di  $n$ , valevole per durate inferiori ad un'ora e calcolare la conseguente durata.

Qualora il risultato ottenuto in questa seconda ipotesi, fosse superiore ad un'ora significa che ci si trova nel punto in cui cambiano i valori di  $n$ , ovvero un'ora, e si adotta tale valore.

### **Portata in uscita dall'invaso**

Trattandosi di un sistema di scarico a portata costante si adotta la seguente legge di efflusso.

$$Q_u = cost$$

## 7. CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA SCARICATA

La portata massima scaricata viene calcolata in base alle formule precedenti avendo assunto il battente idrico pari al suo massimo valore all'interno dell'invaso.

Nel caso si adottino più metodi di calcolo contemporaneamente si adotterà il valore maggiore di questi.

Per i metodi semplificati il battente idrico massimo  $H$  si calcola con la seguente relazione:

$$H = \frac{W}{A_{inv}}$$

$W [m^3]$ : volume invasato

$A_{inv} [m^2]$ : area in pianta dell'invaso

## 8. TEMPO DI SVUOTAMENTO

Il tempo di svuotamento  $T_{sv}$  [s] viene calcolato con la seguente.

$$T_{sv} = \frac{W}{Q_{inf} + Q_u}$$

$W [m^3]$ : volume invasato massimo

$Q_{inf} [m^3/s]$ : portata infiltrata

$Q_u [m^3/s]$ : portata scaricata

Nel caso di sistemi di scarico o di infiltrazione a portata variabile si adotta il valore medio della portata infiltrata e/o scaricata durante il periodo di svuotamento.

Il tempo di svuotamento dell'invaso non deve superare le 48 ore, in modo da ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile. Qualora non si riesca a rispettare il termine di 48 ore, ovvero qualora il volume calcolato sia realizzato all'interno di aree che prevedono anche volumi aventi altre finalità, il volume complessivo deve essere calcolato tenendo conto che dopo 48 ore deve comunque essere disponibile il volume calcolato. Il volume di laminazione calcolato deve quindi essere incrementato della quota parte che è ancora presente all'interno dell'opera una volta trascorse 48 ore. Per considerare l'eventualità che una seconda precipitazione possa avvenire in condizioni di parziale pre-riempimento degli invasi, nonostante si sia rispettato nella progettazione, il progetto valuta il rischio sui beni insediati e prevede misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni stessi in funzione della tipologia degli invasi e della locale situazione morfologica e insediativa.

Il tempo di svuotamento  $T_{sv}$  viene calcolato con la seguente.

$$T_{sv} = \frac{W}{Q_u}$$

$W [m^3]$ : volume invasato massimo

$Q_u [m^3/s]$ : portata scaricata

## 9. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si riportano di seguito i risultati del calcolo: note le superfici afferenti, i coefficienti di efflusso e le metodologie di calcolo da adottarsi secondo normativa regionale R.R. 7-2017 si è proceduto al calcolo del volume minimo di invaso che risulta pari a

Vol. minimo invaso = 110 mc

### CARATTERISTICHE GENERALI

Comune di Codogno Provincia Lodi  
Livello di criticità Area B - criticità media

Metodi di calcolo adottati			
Requisiti minimi Metodo delle sole piogge			
Portata massima scaricabile			
Portata massima scaricabile	20,00	$l/(s \cdot ha_{imp})$	
Origine del vincolo di portata: .			
Definizione aree			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Coeff. Afflusso $\phi$
ampliamento edificio 2 + tettoie (ed1+2)	Area impermeabile	1200,0	1,00
pavimentazione edificio 2	Area semi-impermeabile	830,0	0,70
tettoia edificio 3	Area impermeabile	375,0	1,00

Sup. totale intervento 2405,0 m<sup>2</sup> Coeff. afflusso medio ponderale  $\phi_m$  0,8965

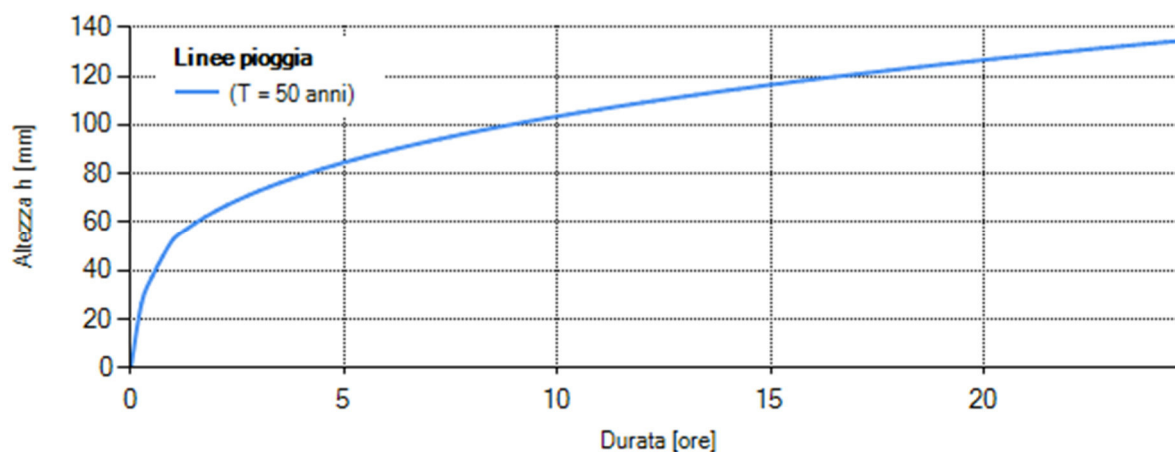
## LINEE SEGNALETRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA

### Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

Coefficiente pluviometrico orario	$a_1$	25,61	mm/h <sup>n</sup>
Coefficiente di scala	n	0,2905	-
GEV - Parametro alfa	$\alpha$	0,2730	-
GEV - Parametro kappa	k	-0,0808	-
GEV - Parametro epsilon	$\epsilon$	0,8185	-
Coefficiente di scala (durata < 1 ora)	$n_1$	0,5000	-

Nota: A ciascuno dei Comuni della Lombardia sono assegnati cinque parametri per la definizione della pioggia di progetto presi, come indicato dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017, dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml>). Tali valori corrispondono ai parametri 1-24 ore delle Linee segnalatrici (Progetto Strada).

### Linee pioggia - Grafico



### Linee pioggia - Risultati tabellari

Durata [ore]	(T= 50 anni) h [mm]
0	0,00
1	53,03
2	64,86
3	72,97
4	79,33
5	84,64
6	89,25
7	93,34
8	97,03
9	100,40
10	103,52
11	106,43
12	109,16
13	111,72
14	114,15
15	116,47
16	118,67
17	120,78
18	122,80
19	124,74
20	126,62
21	128,42
22	130,17

23	131,86
24	133,50

Scelta tempo di ritorno			
Dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica			
Tempo di ritorno adottato		50	anni
Coefficiente probabilistico	$w_T$	2,071	-
Parametro pioggia	a	53,033	mm/h <sup>n</sup>
<p><i>Nota: Il Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 definisce i seguenti valori di tempi di ritorno.</i></p> <p><i>T = 50 [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.</i></p> <p><i>T = 100 [anni]: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; il medesimo tempo di ritorno è adottato anche per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.</i></p>			

## CARATTERISTICHE IDROLOGICHE AREE

Caratteristiche idrologiche				
Descrizione	Tipo area	Superficie A [m <sup>2</sup> ]	Coeff. Afflusso $\phi$	T. corriv. $t_c$ [min]
ampliamento edificio 2 + tettoie (ed1+2)	Area impermeabile	1200,0	1,00	-
pavimentazione edificio 2	Area semi-impermeabile	830,0	0,70	-
tettoia edificio 3	Area impermeabile	375,0	1,00	-

Superficie totale intervento: 2405,0 m<sup>2</sup>

Valori medi 0,8965

## DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	$W_0$	500,00	m <sup>3</sup> /ha <sub>imp</sub>
Volume invaso minimo	$W_0$	107,80	m <sup>3</sup>

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	$D_w$	2,92	ore
Volume invaso minimo	$W_0$	110,77	m <sup>3</sup>
$D_w = \left( \frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2,78 \cdot \phi_m \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$ $W_0 = 10 \cdot \phi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$			

## VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	$A_{inv}$	45,00	m <sup>2</sup>

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	2,50	≥	2,46	m	Positiva
Volume utile invaso	W	112,50	≥	110,77	m <sup>3</sup>	Positiva
Tempo di svuotamento	$T_{sv}$	7,1	≤	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	4,31	≤	4,31	l/s	Positiva

Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento	Portata costante		
Portata massima scaricabile	$Q_{u,max}$	4,31	l/s



