

CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO
COMUNE DI COLOGNO MONZESE

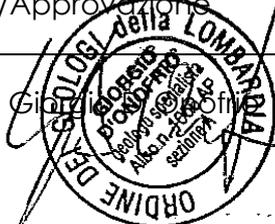
SEGRATE IMMOBILI S.R.L.

**Area di Completamento R4 Viale Dall'Acqua – Via Brennero,
Cologno Monzese**



E
COMUNE DI COLOGNO MONZESE
Comune di Cologno Monzese
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N. 0050237/2019 del 14/10/2019
Class. 6.2 «URBANISTICA: STRUMENTI DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGOLATORE GENERALE»
Firmatario: GIORGIO D'ONOFRIO, MASSIMO SPERTINI

**DETERMINAZIONE VOLUME DI INVASO A SUPPORTO DEL
PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA E
PROPOSTA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE
ai sensi del R.R. 23/11/17 – n°7 e R.R. 19/04/2019 – n°8**

Data	Redazione	Revisione/Approvazione
Settembre 2019	Dr.ssa Giada Biraghi	Dr. Giorgio D'Onofrio 

STUDIO GEOLOGIA & AMBIENTE

DR. GIORGIO D'ONOFRIO - GEOLOGO

Via Ostiglia, 6 – 20133 MILANO

Tel +39 0291570302

www.studiogeologiaeambiente.it - info@studiogeologiaeambiente.it

P.IVA 12487400157 – CF DNFGRG70E02E514H

SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3. DESCRIZIONE DEL SITO E DELL'INTERVENTO EDILIZIO	5
4. FATTIBILITÀ GEOLOGICA E VINCOLISTICA	6
5. DEFINIZIONE DEL VOLUME MINIMO DI INVASO (R.R. 7/2017 e R.R. 8/2019)	7
5.1 Metodo dei Requisiti Minimi.....	10
5.2 Metodo delle Sole Piogge	10
5.3 Confronto e scelta volume di invaso	15
6. DIMENSIONAMENTO DELL'OPERA DA REALIZZARE E CALCOLO DEL TEMPO DI SVUOTAMENTO	17
7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	18

ALLEGATI:

Allegato 1: Elaborazione Volume di progetto e calcolo tempo di svuotamento

E

COMUNE DI COLOGNO MONZESE
Comune di Cologno Monzese

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE

Protocollo N.0050237/2019 del 14/10/2019

Class. 6.2 «URBANISTICA: STRUMENTI DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGOLATORE GENERALE»

Firmatario: GIORGIO D'ONOFRIO, MASSIMO BERTINI

1. PREMESSA

Con incarico conferitomi dalla società SEGRATE IMMOBILI S.R.L., viene redatta la presente relazione tecnica, predisposta nel rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica previsti dalla relativa normativa di riferimento, relativi alla proposta di Piano Attuativo Via Brennero/Viale Dall'Acqua a Cologno Monzese PU/2018/00003/PA, con particolare riferimento alla porzione dell'area oggetto di urbanizzazione.

Nello specifico la relazione viene così articolata:

- *inquadramento territoriale;*
- *definizione delle condizioni geologiche ed idrogeologiche locali con descrizione della litostratigrafia del sito;*
- *definizione del volume di invaso sulla base del Metodo delle Sole Piogge - Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 (7/2017) e RR 8/2019.*

E
COMUNE DI COLOGNO MONZESE Comune di Cologno Monzese
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N.0050237/2019 del 14/10/2019 Class. 6.2 «URBANISTICA: STRUMENTI DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGOLATORE GENERALE» Firmatario: GIORGIO D'ONOFRIO, MASSIMO BERTINI

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta ai sensi dell'art. 58bis della L.R. 12/2005, successivamente aggiornato e modificato dall'art. 7 della L.R. 4/2016 (invarianza idraulica, idrologica e drenaggio urbano sostenibile) e dal recente Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica) e Regolamento Regionale n.8 del 19/04/2019, ulteriormente approfondito dal "Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile" redatto dal DiSAA dell'Università degli Studi di Milano con la collaborazione di Cap Holding spa.

Per quanto riguarda la disciplina delle acque meteoriche di prima pioggia, in riferimento al Regolamento Regionale n. 4, del 24 marzo 2006 (Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'Art. 52, comma 1, lettera a) della L.R. 12 dic. 2003, n. 26), si sottolinea che l'attività di cui alla presente relazione non rientra nell'ambito di applicazione della disciplina.

E

COMUNE DI COLOGNO MONZESE
Comune di Cologno Monzese

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE

Protocollo N.0050237/2019 del 14/10/2019

Class. 6.2 «URBANISTICA: STRUMENTI DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGOLATORE GENERALE»

Firmatario: GIORGIO D'ONOFRIO, MASSIMO BERTINI

3. DESCRIZIONE DEL SITO E DELL'INTERVENTO EDILIZIO

L'area oggetto di intervento è ubicata al margine orientale del Comune di Cologno Monzese in Via Brennero/Viale Dall'Acqua (**Figura 1**).



Figura 1 inquadramento area oggetto dello studio

L'intervento edilizio in progetto prevede la realizzazione di due edifici residenziali di 5 piani fuori terra ciascuno con autorimessa interrata comune e, opere di urbanizzazione

4. FATTIBILITÀ GEOLOGICA E VINCOLISTICA

Lo studio geologico comunale a supporto del P.G.T. inserisce l'area in esame all'interno della **Classe 2b** di fattibilità geologica per le azioni di piano (**Figura 2**) con **modeste limitazioni** all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Si tratta di aree con vulnerabilità intrinseca dell'acquifero da medio alta ad alta, in cui sono ammissibili tutte le categorie di opere edificatorie, fatto salvo l'obbligo di verifica della compatibilità geologica e geotecnica ai sensi del D.M. 17/01/2018, per i livelli di progettazione previsti per legge.

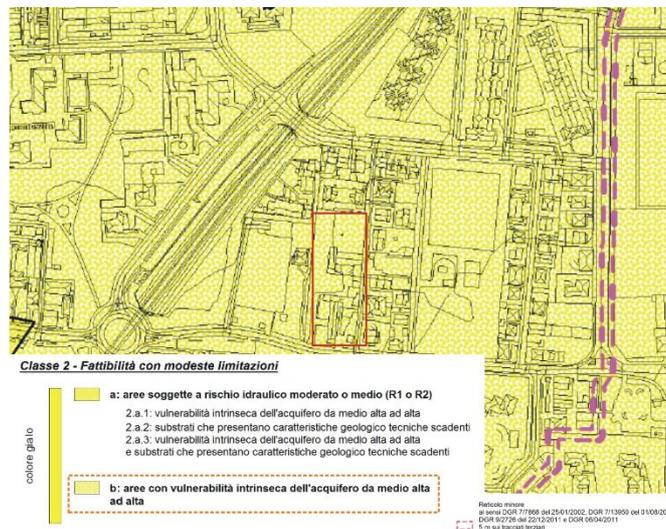


Figura 2 Estratto carta della fattibilità geologica a supporto del PGT

Come mostrato in **Figura 3**, l'area ricade all'interno della zona di rispetto dei 200 m delle captazioni ad uso idropotabile.

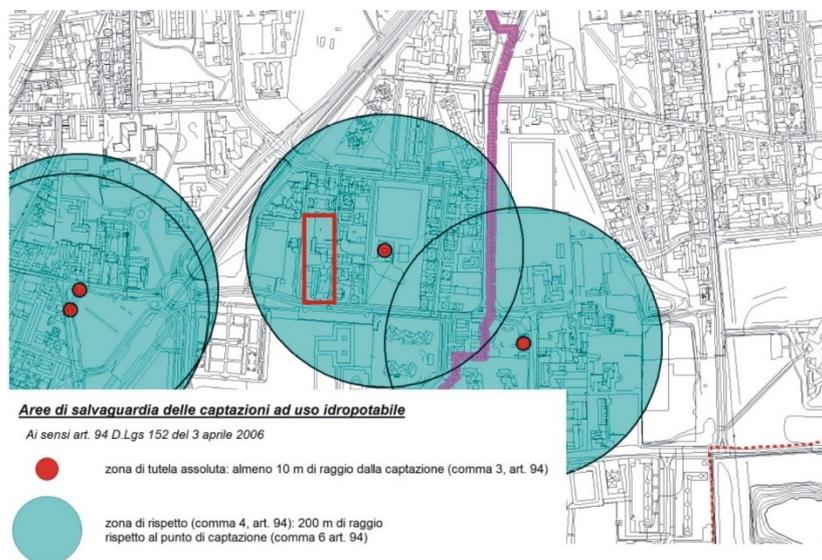


Figura 3 Estratto carta dei vincoli geologica a supporto del PGT

E

COMUNE DI COLOGNO MONZESE
Comune di Cologno Monzese

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE

Protocollo N.0050237/2019 del 14/10/2019
Class. 6.2 «URBANISTICA: STRUMENTI DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGOLATORE GENERALE»
Firmatario: GIORGIO D'ONOFRIO, MASSIMO BERTINI

5. DEFINIZIONE DEL VOLUME MINIMO DI INVASO (R.R. 7/2017 e R.R. 8/2019)

Nel presente paragrafo si descrive la metodologia utilizzata per l'invarianza idraulica e la conseguente definizione del volume minimo di invaso legato all'intervento edilizio in oggetto, secondo quanto previsto dal R.R. 7/2017 e R.R. 8/2019.

L'intervento edilizio consiste nella realizzazione delle opere di urbanizzazione (parcheggi e aiuole), in corrispondenza alla porzione meridionale dell'area di P.A.

La procedura di calcolo dei volumi da gestire per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica dipende da una serie di fattori come l'ambito territoriale in cui ricade l'intervento, l'estensione dello stesso e il coefficiente di deflusso medio ponderale.

Il comune di Cologno Monzese si trova nell'ambito territoriale di criticità idraulica **"A"** (alta criticità).

Nel caso in esame, si tratta di un'**impermeabilizzazione potenziale media**, in quanto la superficie interessata dall'intervento è pari a 800 mq, quindi nel range previsto compreso tra 300 e 1.000 mq, caratterizzata da un coefficiente di deflusso medio ponderale $> 0,4$ (Tabella 1).

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO		
			AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)		
			Aree A, B	Aree C	
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	$\leq 0,03$ ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da $> 0,03$ a $\leq 0,1$ ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	$\leq 0,4$	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO		
			AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)		
			Area A, B	Area C	
2	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4		Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
	Impemeabilizzazione potenziale media	da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4		
3	Impemeabilizzazione 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 Classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica e modalità di calcolo (art. 9 del Regolamento Regionale n. 9/2017 e revisione RR 8/2019).

La **Tabella 1** distingue le diverse modalità per il calcolo dei volumi di invaso a seconda delle caratteristiche dell'intervento.

Tenuto conto dei punti sopra sviluppati, per il caso specifico, il calcolo dell'invaso verrà svolto pertanto tramite il Metodo delle sole piogge, descritto nel proseguo.

Risulta però necessario distinguere, prima di procedere con il calcolo dei volumi, tre macro-categorie di superfici:

- Aree impermeabili;
- Aree semi-permeabili;
- Aree permeabili.

Tale distinzione è necessaria per determinare il coefficiente di deflusso medio ponderale (C_{mp}) del bacino scolante, che indica la quota parte di acqua piovana che contribuisce effettivamente al deflusso superficiale, ovvero la portata meteorica che non viene smaltita attraverso l'infiltrazione naturale nel terreno o l'evaporazione.

La **Tabella 2** che segue fornisce valori standard del coefficiente di deflusso relativi alle tipologie di superfici sopracitate (come previsto dall'art. 11, comma 6, lettera d) del R.R. 7/2017).

Coefficiente di afflusso	Tipologia di superficie
0,3	Superfici permeabili: sotto aree permeabili di qualsiasi tipo, comprese le aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque ed escludendo dal computo le superfici incolte e quelle ad uso agricolo
0,7	Superfici semipermeabili: tetti verdi, i giardini pensili e le aree verdi sovrapposti a solette comunque costituite, per le aree destinate all'infiltrazione delle acque gestite ai sensi del presente regolamento e per pavimentazioni drenanti o semipermeabili di strade, vialetti e parcheggi
1,0	Superfici impermeabili: sotto aree interessate da tetti, coperture e pavimentazioni continue di strade, vialetti e parcheggi

Tabella 2 Coefficienti di afflusso per tipologia di superficie da normativa

La superficie del lotto interessata dall'intervento comportante una riduzione di permeabilità del suolo risulta essere pari a 794,65 mq, arrotondata a **800 mq** per i calcoli successivi di cui:

- Superfici impermeabili = **800 mq**; a queste superfici viene associato un coefficiente di afflusso pari a 1, poiché maggiormente competono alla formazione della pioggia netta, che sarà smaltita dal sistema di raccolta dedicato;

Di seguito (**Figura 4**) si riporta la planimetria generale dell'area.

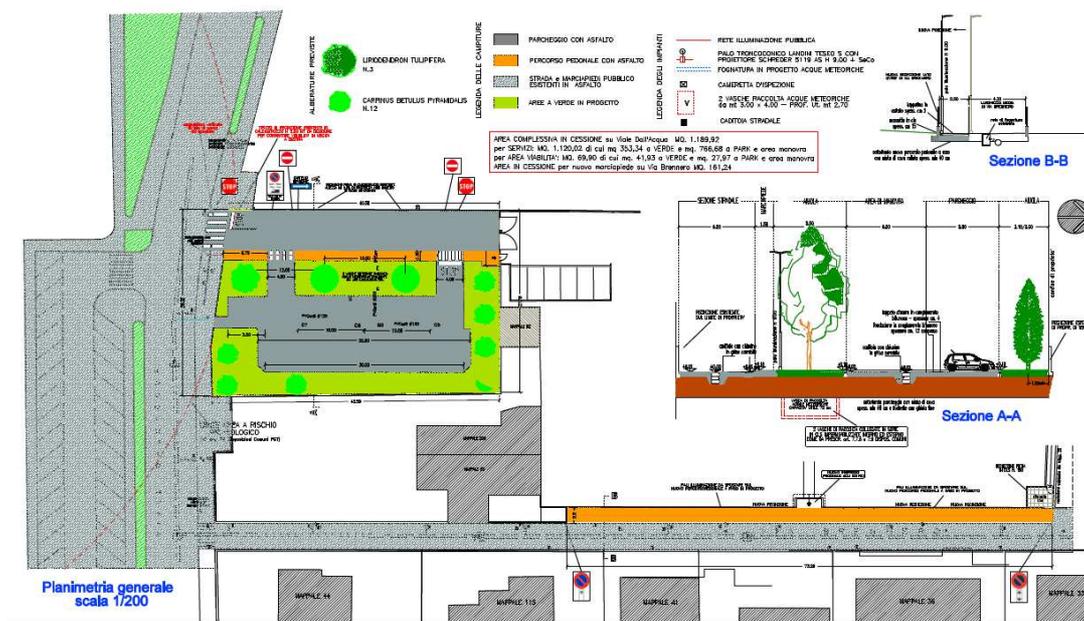


Figura 4 Planimetria generale

E
 COMUNE DI COLOGNO MONZESE
 Comune di Cologno Monzese
 COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
 Protocollo N. 0050237/2019 del 14/10/2019
 Class: 6.2 «URBANISTICA: STRUMENTI DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGOLATORE GENERALE»
 Firmatario: GIORGIO D'ONOFRIO, MASSIMO BERTINI

In **Tabella 3** si riassumono le superfici scolanti coinvolte, le relative metrature e i corrispondenti coefficienti di deflusso.

Il coefficiente di deflusso (ϕ) relativo all'area complessiva considerata per il computo delle opere disperdenti si ottiene dalla media ponderata delle diverse superfici, riferita alla superficie totale del lotto in esame. Esso risulta pari a **0,953**.

Superficie	Area [m ²]	ϕ
Impermeabile	800	0,08
Totale	800	1,00

Tabella 3 Riepilogo delle superfici scolanti considerate per il dimensionamento

5.1 Metodo dei Requisiti Minimi

Nel caso di aree del tipo "A", ad alta criticità idraulica, il requisito minimo da soddisfare è di 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento e quindi per l'area in progetto risulta:

$$W_{\min} = 800 \text{ mc} \times 0,08 \text{ ha} \times 1,00 = 64,00 \text{ mc}$$

5.2 Metodo delle Sole Piogge

Al fine di dimensionare un sistema di drenaggio delle acque meteoriche è necessario stimare la quantità di pioggia che si abbatte sul bacino scolante in occasione delle precipitazioni di maggiore intensità e quindi il contributo netto che il sistema di opere deve smaltire.

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto si effettua attraverso la determinazione della curva di possibilità pluviometrica, ovvero la relazione statistica che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno. Con il termine altezza di precipitazione in un punto, comunemente misurata in millimetri, si intende l'altezza di acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale e impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) e in assenza di perdite.

E
 COMUNE DI COLOGNO MONZESE
 Comune di Cologno Monzese
 COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
 Protocollo N. 0050237/2019 del 14/10/2019
 Classe: 6.2 «URBANISTICA: STRUMENTI DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGOLATORE GENERALE»
 Firmatario: GIULIO MONOIO, MASSIMO BEGINI

Le curve di possibilità pluviometrica possono essere espresse in forma monomia tramite la seguente espressione:

$$h(T_R) = a_1(T_R) \cdot w_T(T_R) \cdot \theta^n(T_R)$$

dove:

$h(T_R)$: altezza massima probabile di precipitazione [mm] associata (funzione) ad un tempo di ritorno T_R (anni), relativa ad un evento meteorico di durata θ [ore];

$a_1(T_R)$: coefficiente pluviometrico orario, che rappresenta l'altezza media di pioggia caduta in un intervallo di tempo pari a 1 ora;

$w_T(T_R)$: coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T_R ;

$n(T_R)$: esponente di invarianza di scala, che governa l'andamento della curva e l'entità della dipendenza dalla durata della precipitazione.

I parametri delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per l'area di indagine sono stati scaricati dal sito di ARPA Lombardia, che li fornisce per ogni località della Regione (<http://idro.arpalombardia.it>).

E
 COMUNE DI COLOGNO MONZESE
 Comune di Cologno Monzeze
 COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
 Protocollo N. 0050237/2019 del 14/10/2019
 Class. 6.2 «URBANISTICA: STRUMENTI DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGOLATORE GENERALE»
 Firmatario: GIORGIO D'AMFRIO MARINO BERTIO

Il Regolamento Regionale n. 7/2017 e R.R. 8/2019 prevede che siano valutate le condizioni locali di rischio di allagamento residuo per eventi di ritorno alti, ovvero quelli che determinano un superamento anche considerevole delle capacità di controllo delle strutture fognarie. Conseguentemente, il dimensionamento delle opere di invarianza deve essere effettuato assumendo un tempo di ritorno **T_R pari a 50 anni**, per garantire un accettabile grado di sicurezza delle stesse opere.

La curva di possibilità pluviometrica, valida per durate di precipitazione comprese tra 1 e 24 ore, in corrispondenza del tempo di ritorno di 50 anni, per l'area in indagine, è caratterizzata dai parametri indicati in **Tabella 4**.

A1 - Coefficiente pluviometrico orario	30.51
N - Coefficiente di scala	0.29809999
GEV - parametro alpha	0.29530001
GEV - parametro kappa	-0.0269
GEV - parametro epsilon	0.8211

Tabella 4 Parametri di calcolo delle LSPP per l'area oggetto di studio (Fonte: ARPA Lombardia)

I parametri sopra riportati si riferiscono a durate comprese tra 1 e 24 ore; per durate inferiori all'ora si possono utilizzare, in carenza di parametri specifici, tutti i parametri indicati da ARPA tranne il parametro n per il quale si indica il valore $n = 0.5$ come suggerito dal Regolamento.

Esprimendo le due curve in forma monomia, risulta:

$$h = 62.118 t^{0.500}$$

per $T_r = 50$ anni e durata < 60 min

$$h = 62.118 t^{0.298}$$

per $T_r = 50$ anni e durata ≥ 60 min

Si riporta di seguito (**Tabella 5**) il foglio di calcolo con le stime di altezza di pioggia che si abbattano sull'area oggetto dell'indagine per diverse durate (1, 3, 6, 12 e 24 ore) e tempi di ritorno (2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 anni) e le corrispondenti curve di possibilità pluviometrica (**Figura 5**), direttamente elaborate dal sito di ARPA Lombardia (in rosso è evidenziata la curva corrispondente ad un T_r di 50 anni).

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

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,92987	1,27309	1,50616	1,73419	2,03599	2,26715	2,50183	2,035985874
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	28,4	38,8	46,0	52,9	62,12	69,2	76,3	62,11792902
2	34,9	47,8	56,5	65,1	76,4	85,0	93,9	76,37548953
3	39,4	53,9	63,8	73,4	86,2	96,0	105,9	86,18800128
4	42,9	58,7	69,5	80,0	93,9	104,6	115,4	93,90550349
5	45,8	62,8	74,2	85,5	100,4	111,8	123,3	100,3644524
6	48,4	66,3	78,4	90,3	106,0	118,0	130,2	105,970223
7	50,7	69,4	82,1	94,5	111,0	123,6	136,3	110,953418
8	52,7	72,2	85,4	98,3	115,5	128,6	141,9	115,4590778
9	54,6	74,8	88,5	101,9	119,6	133,2	146,9	119,5849843
10	56,4	77,2	91,3	105,1	123,4	137,4	151,6	123,400511
11	58,0	79,4	93,9	108,1	127,0	141,4	156,0	126,9568438
12	59,5	81,5	96,4	111,0	130,3	145,1	160,1	130,2929409
13	60,9	83,4	98,7	113,7	133,4	148,6	164,0	133,4392125
14	62,3	85,3	100,9	116,2	136,4	151,9	167,6	136,4198992
15	63,6	87,1	103,0	118,6	139,3	155,1	171,1	139,2546675
16	64,8	88,8	105,0	120,9	142,0	158,1	174,4	141,9597164
17	66,0	90,4	106,9	123,1	144,5	161,0	177,6	144,5485632
18	67,2	91,9	108,8	125,2	147,0	163,7	180,7	147,0326177
19	68,2	93,4	110,5	127,3	149,4	166,4	183,6	149,4216073
20	69,3	94,9	112,2	129,2	151,7	169,0	186,4	151,7238998
21	70,3	96,3	113,9	131,1	153,9	171,4	189,2	153,9467507
22	71,3	97,6	115,5	133,0	156,1	173,8	191,8	156,0964966
23	72,2	98,9	117,0	134,7	158,2	176,1	194,4	158,1787075
24	73,2	100,2	118,5	136,5	160,2	178,4	196,9	160,1983083

Tabella 5 Altezze di precipitazione relative a diverse durate e tempi di ritorno calcolate nel sito d'indagine (Fonte: ARPA Lombardia)

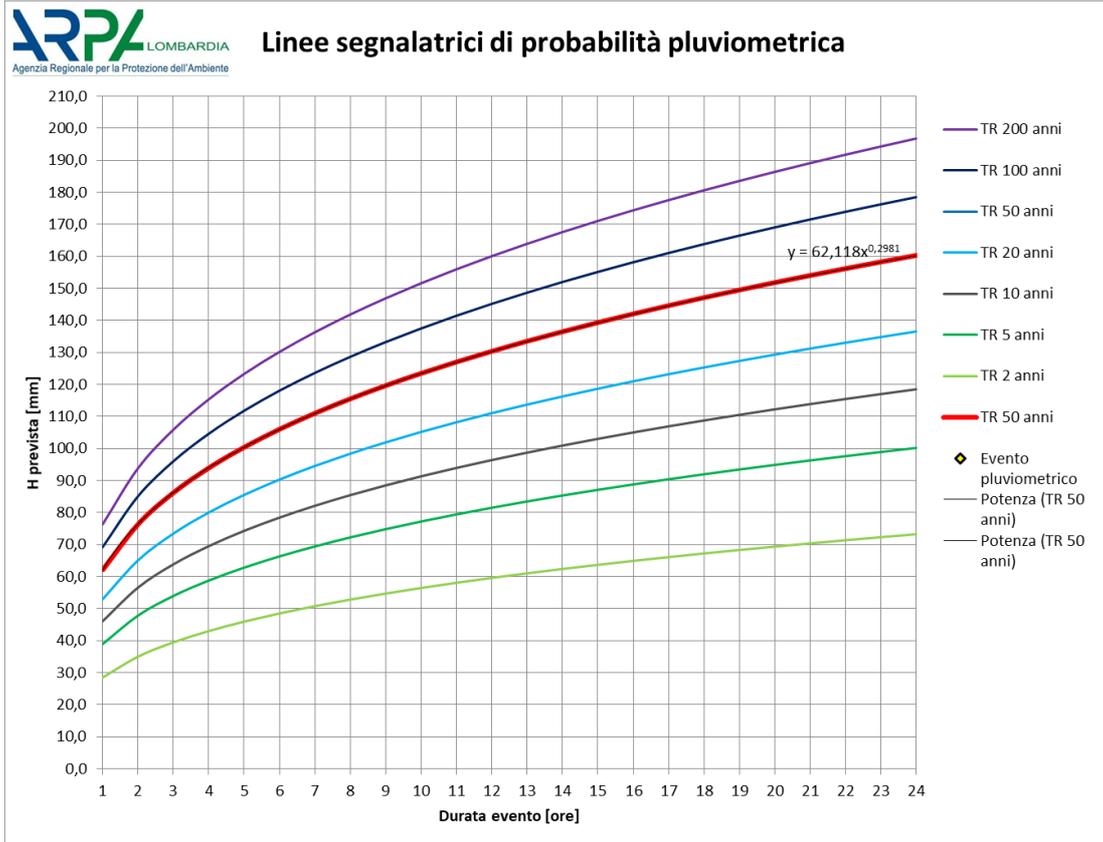


Figura 5 Grafico delle LSP per il sito di indagine (in rosso la LSP per Tr=50 anni) - (Fonte: ARPA Lombardia)

E

COMUNE DI COLOGNO MONZESE
Comune di Cologno Monzese

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE

Protocollo N. 0050237/2019 del 14/10/2019

Class. 6.2 «URBANISTICA: STRUMENTI DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGOLATORE GENERALE»

Firma: G. GIORGIO D'ONOFRIO, MASSIMO BERTINI

Nel caso in studio, facendo riferimento alla tabella sopra riportata per classe di intervento ad impermeabilizzazione potenziale media e ambito territoriale di criticità A, il dimensionamento dei volumi di laminazione, per l'applicazione dell'invarianza idraulica, verrà effettuato mediante il **metodo idraulico denominato delle Sole Piogge**; tale metodologia di calcolo si basa sulle seguenti ipotesi:

- effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante trascurabile;
- idrogramma netto di pioggia a intensità costante $i = a \cdot D^{n-1}$;
- svuotamento vasca $Q_v = cost$ (laminazione ottimale).

Nello specifico, l'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa Q_e nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata D e portata costante Q_e pari al prodotto dell'intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area oggetto di calcolo in funzione della durata di pioggia, per la superficie

scolante impermeabile dell'intervento afferente all'invaso **A**; con questa assunzione si ammette che, data la limitata estensione del bacino scolante, sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante afferente all'invaso.

Conseguentemente l'onda entrante nell'invaso coincide con la precipitazione piovosa sulla superficie scolante impermeabile dell'intervento. La portata costante entrante è quindi pari a:

$$Q_e = A \cdot \varphi \cdot a \cdot D^{n-1}$$

e il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a:

$$W_e = A \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n$$

in cui A è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso, φ è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo calcolabile con i valori standard esposti nell'articolo 11, comma 2, lettera d) del regolamento (quindi $S \cdot \varphi$ è la superficie scolante impermeabile dell'intervento), D è la durata di pioggia, $a = a_1 w_T$ e n

sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica (desunti da ARPA Lombardia come esposto al paragrafo 7.2.2) espressa nella forma:

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

L'onda uscente Q_u è anch'essa un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante (laminazione ottimale) e commisurata al limite prefissato in aderenza alle indicazioni sulle portate massime ammissibili di cui all'articolo 8 del regolamento.

Sulla base di tali ipotesi semplificative il volume di laminazione è dato, per ogni durata di pioggia considerata, dalla differenza tra i volumi dell'onda entrante e dell'onda uscente calcolati al termine della durata di pioggia.

Conseguentemente, il volume di dimensionamento del pozzo è pari al volume critico di laminazione, cioè quello calcolato per l'evento di durata critica che rende massimo il volume di laminazione.

Il volume invasato sarà dunque:

$$W = W_e - W_u = A \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n - Q_f \cdot D$$

Il volume da assegnare è il valore massimo W_0 di questa differenza, che si ottiene per una precipitazione di durata D_w critica per la vasca. Si sottolinea che l'evento critico di massima sollecitazione non coincide con l'evento critico che genera la portata al colmo di piena per il bacino (tempo di corrivazione del bacino). Il primo infatti massimizza il volume di precipitazione da invasare, data una portata in uscita dal sistema; il secondo massimizza la portata di deflusso.

Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, si ricava la durata critica per la vasca e il volume da invasare come segue:

$$\theta_w = \left(\frac{Q_f}{2.78 \cdot A \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{1/(n-1)}$$

$$W_0 = 10 \cdot A \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_f \cdot D_w$$

$$Q_f = u_{lim} \times A_{intervento} \times \varphi = 10 \frac{l}{s} \times 0,08 \text{ ha} \times 1,00 = 0,8 \text{ l/s}$$

$$\theta_w = \frac{0,8 \text{ l/s}}{2,78 \times 0,08 \text{ ha} \times 1,00 \times 62,118 \times 0,298} = \frac{1}{0,298-1} = 10,32 \text{ ore}$$

$$W_0 = 10 \times 0,08 \text{ ha} \times 1,00 \times 62,118 \text{ mm/h}^n \times 10,32^{0,298} - 3,6 \times 0,8 \frac{l}{s} \times 10,32 \text{ h} = 69,93 \text{ m}^3$$

5.3 Confronto e scelta volume di invaso

Il volume di invaso, calcolato con il metodo delle sole piogge è risultato pari a 69,93 m³ che risulta superiore del volume minimo di invaso calcolato con il metodo dei "minimi requisiti" pari a 64,00 m³.

Confronto e scelta volume di invaso	
W ₀ Volume di invaso "metodo sole piogge"	69,93 m ³
W _{0, min} Volume minimo di invaso "minimi requisiti"	64,00 m ³
Volume di progetto	69,93 m³

Tabella 6 Risultati del dimensionamento del volume di invaso.

Pertanto, per la progettazione degli interventi di invarianza idraulica, **è necessario adottare il volume di invaso maggiore tra quello risultante dalla procedura adottata (Metodo delle Sole Piogge) e quello valutato in termini parametrici come requisito minimo**, come sopra riportato, quindi il volume calcolato tramite il metodo delle Sole Piogge a 69,93 m³ (874,13 m³ /ha).

Tale valore deve essere confrontato e non deve essere inferiore al Volume Minimo di superficie scolante (da Art.12 RR 7/2017 e RR 8/2019) che, per il caso in esame, risulta essere pari a 800 m³ /ha.

Pertanto, sarà necessario realizzare una o più opere di laminazione o filtranti, comunque configurate, che soddisfino il volume di invaso maggiore, quindi per un **volume totale di almeno 69,93 m³**.

E
COMUNE DI COLOGNO MONZESE Comune di Cologno Monzese
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N.0050237/2019 del 14/10/2019 Class. 6.2 «URBANISTICA: STRUMENTI DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGOLATORE GENERALE» Firmatario: GIORGIO D'ONOFRIO, MASSIMO BERTINI

6. DIMENSIONAMENTO DELL'OPERA DA REALIZZARE E CALCOLO DEL TEMPO DI SVUOTAMENTO

Nel caso in esame, i progettisti hanno previsto la realizzazione di n.2 vasche interrato per la raccolta delle acque meteoriche di dimensione 4,00 m x 3,00 m x 3,00 m.

Il tempo medio di svuotamento della vasca di laminazione, dato da

$$t_{\text{svuot}} = \frac{W_{\text{laminazione}}}{Q_{\text{uscente,limite}}}$$

risulta pari a **24 ore**, quindi accettabile in quanto inferiore al limite di normativa di 48 ore.

E
COMUNE DI COLOGNO MONZESE Comune di Cologno Monzese
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N.0050237/2019 del 14/10/2019 Class. 6.2 «URBANISTICA: STRUMENTI DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGOLATORE GENERALE» Firmatario: GIORGIO D'ONOFRIO, MASSIMO BERTINI

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In relazione al dimensionamento del sistema disperdente delle acque meteoriche nell'ambito del progetto di Via Brennero/Viale Dall'Acqua nel Comune di Cologno Monzese, in ottemperanza a quanto previsto dal R.R. n. 7 del 23/11/2017 e R.R. 8/2019, è possibile effettuare le seguenti considerazioni conclusive:

- nell'area in oggetto, considerati i dati pubblicati all'interno della componente geologica, idrogeologica e sismica a supporto del P.G.T., si può affermare che la **falda** si trova a profondità **tra 10 e 15 m rispetto al piano campagna**, escludendo interferenze con le opere di drenaggio in progetto;
- dall'analisi delle cartografie ufficiali del Comune di Cologno Monzese (componente geologica, idrogeologica e sismica per il P.G.T.) e in base alle conoscenze dello scrivente acquisite direttamente da indagini geognostiche all'interno dell'areale in esame, è possibile affermare che la litologia prevalente dell'area di indagine risulta del tipo ghiaioso sabbiosa;
- l'attività di cui alla presente relazione non risulta tra gli ambiti di applicazione della disciplina delle acque meteoriche di prima pioggia, in riferimento al R.R. n. 4 del 24/3/2006 (Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'Art. 52, comma 1, lettera a) della L.R. 12 dic. 2003, n. 26);
- L'area oggetto di invarianza presenta una superficie pari a 800 m² di cui 800 m² impermeabili, con **coefficiente di afflusso medio ponderale pari a 1,00**.
- data l'estensione e il livello di impermeabilizzazione dell'intervento, è stata applicato il metodo delle Sole Piogge per calcolare il volume di invaso relativo all'evento critico di precipitazione, fissato un tempo di ritorno pari a 50 anni; il volume calcolato con il suddetto metodo (**69,93 m³**) è risultato maggiore di quello calcolato con i Minimi Requisiti (64,00 m³) e pertanto, il volume calcolato con il primo metodo, ai fini del dimensionamento delle opere viene assunto a favore di sicurezza;
- Il tempo di svuotamento del sistema risulta essere inferiore alle 48 ore, come richiesto dalla normativa di riferimento.

E

COMUNE DI COLOGNO MONZESE
Comune di Cologno Monzese

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE

Protocollo N. 0050237/2019 del 14/10/2019

Class. 6.2 «URBANISTICA: STRUMENTI DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGOLATORE GENERALE»

Firmatario: GIORGIO D'ONOFRIO, MASSIMO BERTINI

COMUNE DI COLOGNO MONZESE
Comune di Cologno Monzese

E

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE

Protocollo N.0050237/2019 del 14/10/2019

Class: 6.2 «URBANISTICA: STRUMENTI DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGOLATORE GENERALE»
Firmatario: GIORGIO D'ONOFRIO, MASSIMO BERTINI

ALLEGATI

COMUNE DI COLOGNO MONZESE Comune di Cologno Monzese	E
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE	
Protocollo N.0050237/2019 del 14/10/2019	
Class. 6.2 «URBANISTICA: STRUMENTI DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGOLATORE GENERALE»	
Firmatario: GIORGIO D'ONOFRIO, MASSIMO BERTINI	

Allegato 1

*Elaborazione volume di progetto e calcolo tempo
di svuotamento*

PROGETTO E CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA RR 7/2017_agg_RR 8/2019

CALCOLO DEI VOLUMI DI PROGETTO

valori da inserire

S _{intervento}	ha	0,08
	m ²	800
S _{lotto}	m ²	1189
COEFFICIENTI PLUVIOMETRICI		
a	mm/h ⁿ	62,118
	m/h ⁿ	0,0621
n	-	0,298

Modalità calcolo	Metodo delle sole piogge
-------------------------	---------------------------------

Comune	Area	U _{lim} (l/s ha)	V _{min} (m ³ /ha)	Coeff P
Cologno Monzese	A	10	800	1

		coefficiente di deflusso		
sup.impermeabile	ha	0,08	1	0,08
sup.permeabile	ha	0	0,3	0
sup.semipermeabile	ha	0	0,7	0
φ	-	1,000		
S _(ha) x φ = superficie intervento di invarianza idraulica			0,08	ha

Qu, lim raggugiata a tutta la superficie Qu. Lim = u _{lim} x S _{TOT} x φ	l/s	0,8
	m ³ /h	2,88

DURATA CRITICA DW

$Dw = (Qu,lim_{(l/s)} / (2,78 \times S_{(ha)} \times \phi \times a_{(mm/h^n)} \times n))^{(1/n-1)}$			$Dw = (Qu,lim_{(m^3/h)} / (S_{(m^2)} \times \phi \times a_{(m/h^n)} \times n))^{(1/n-1)}$		
Dw usando Qu,lim su superficie TOTALE	10,32	ore	Dw usando Qu,lim su superficie TOTALE	10,31	ore

VOLUME DI LAMINAZIONE

Metodo delle sole piogge			Metodo dei requisiti minimi			
$W_0 = 10 \times S \times \phi \times a \times Dw^n - 3,6 \times Qu, lim \times Dw$			$W_{min} = V_{min} \times S_{intervento} \times \phi$			
W ₀	69,93	m ³	W _{min}	64,00	m ³	44,80
W specifico invaso per ettaro W ₀ = W _{TOT} / (S _{TOT} x φ)	874,13	m ³ /ha	W specifico invaso per ettaro = W _{TOT} / (S _{TOT} x φ)	W ₀ (min) 800,00	m ³ /ha	560
						-30% valido per le sole strutture di infiltrazione

prendere il maggiore tra i due volumi di calcolo (sole piogge o requisiti minimi)

m ³	69,93	=VOLUME DI PROGETTO	W invaso > VOLUME MINIMO DI SUPERIFICIE SCOLANTE			
m ³ /ha	874,13		874,13	> =	800	VERIFICATA

E

COMUNE DI COLOGNO MONZESE
 Comune di Cologno Monzese
 COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
 Protocollo N. 0050237/2019 del 14/10/2019
 CLASSE: 2 - URBANISTICA: STRUMENTI DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGOLATIVO GENERALE
 Firmatario: GIORGIO D'ONOFRIO, MASSIMO BERENINI

CALCOLO DEL TEMPO DI SVUOTAMENTO

$$t_{\text{svuot}} = W_{\text{lam}} / (Q_u + Q_{\text{inf}})$$

PER VASCA DI LAMINAZIONE CON SCARICO IN UN RECETTORE

$$t_{\text{svuot}} = W_{\text{lam}} / Q_{\text{uscente limite, ragguagliata a tutta la superficie}}$$

W_{lam}	69,93	m^3	69930,13	litri
$Q_{\text{uscente, limite}}$	-	-	0,8	l/s



$$t_{\text{svuot}} =$$

87412,66	s
1456,88	min
24,28	ore
1,0	giorni

≤ 48 ore

VERIFICATA

E

COMUNE DI COLOGNO MONZESE
Comune di Cologno Monzese

COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE

Protocollo N.0050237/2019 del 14/10/2019

Class: 6.2 «URBANISTICA: STRUMENTI DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGOLATORE GENERALE»

Firmatario: GIORGIO D'ONOFRIO, MASSIMO BERTINI