

LECCO, 13 GIUGNO 2018



PROGETTARE L'INVARIANZA: PRESENTAZIONE CASI STUDIO ED ESEMPI NUMERICI

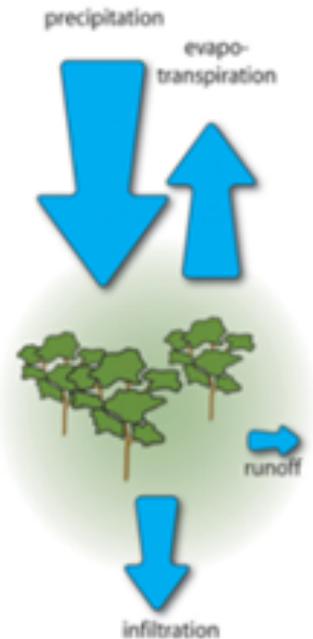
ING. ANITA RAIMONDI



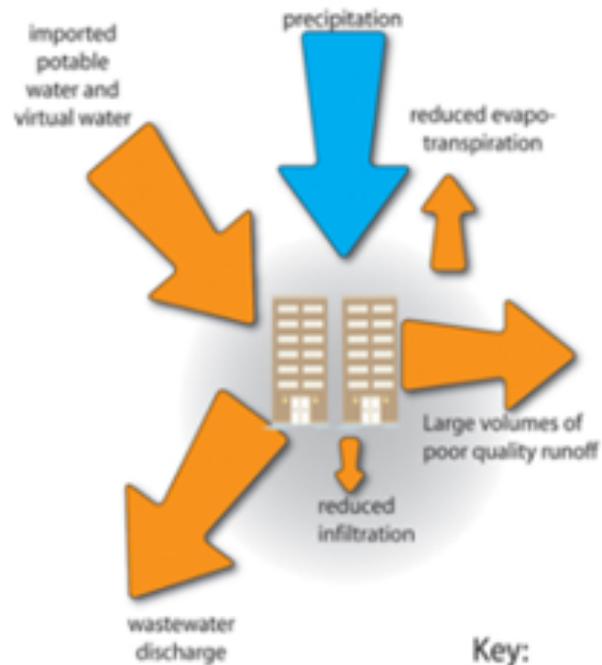
CAMBIAMENTI CLIMATICI



natural water balance

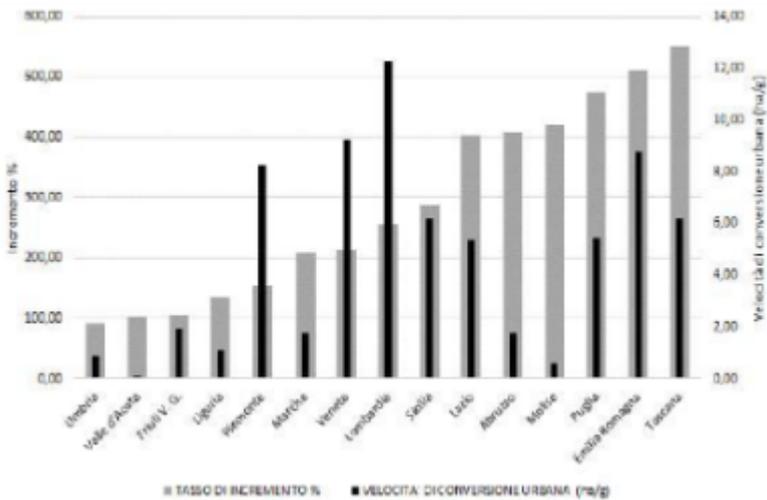


Urban water balance



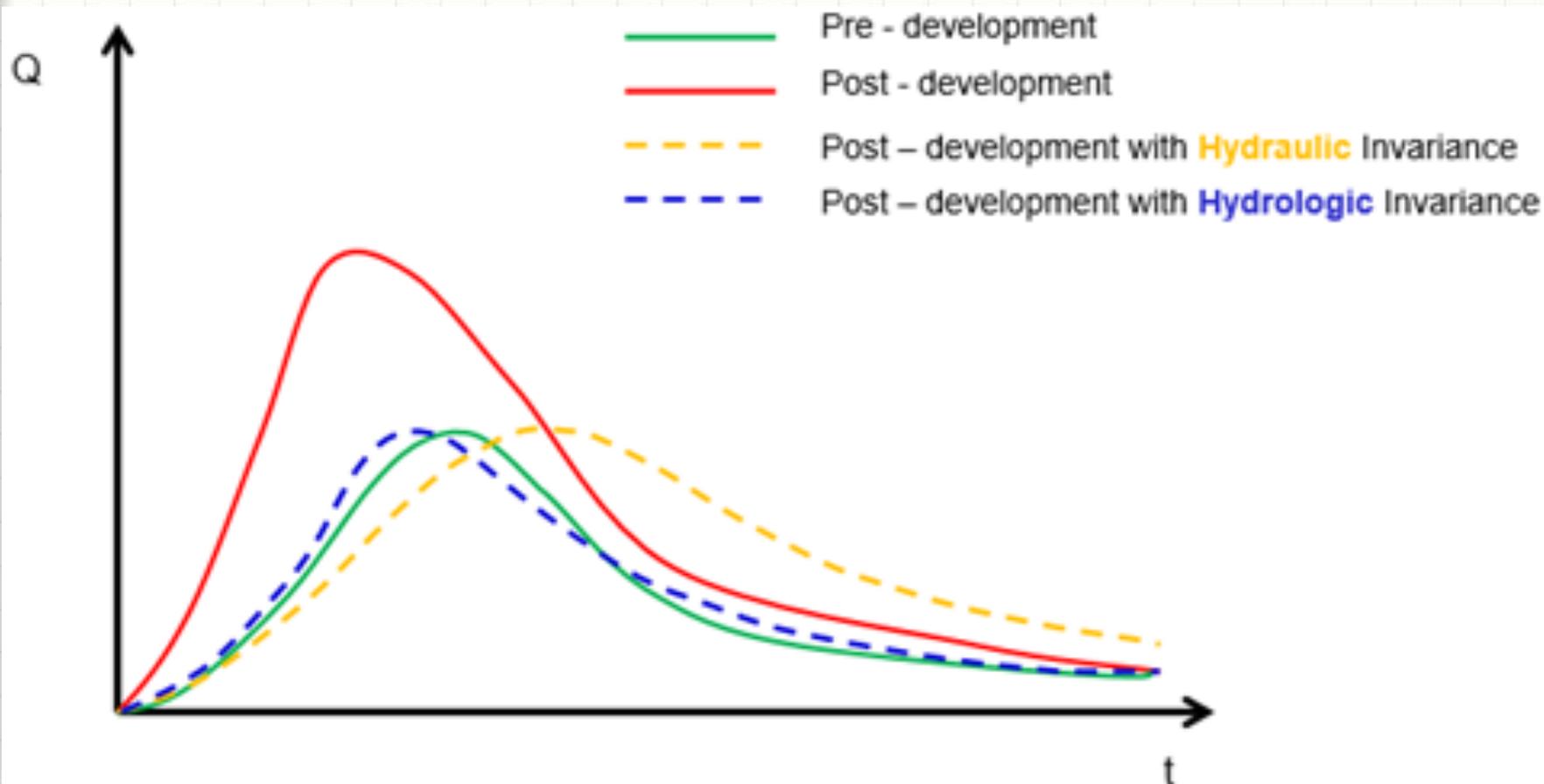
Key:

RAPIDA CRESCITA URBANIZZAZIONE



INVARIANZA IDRAULICA: principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione

INVARIANZA IDROLOGICA: principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione



REGOLAMENTO REGIONALE 23-11-2017 - N.7

«Regolamento recante 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)»

INTERVENTI DI EDILIZIA PRIVATA:



PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

A LIVELLO COMUNALE:



STUDIO COMUNALE DI GESTIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

RELAZIONE TECNICA :

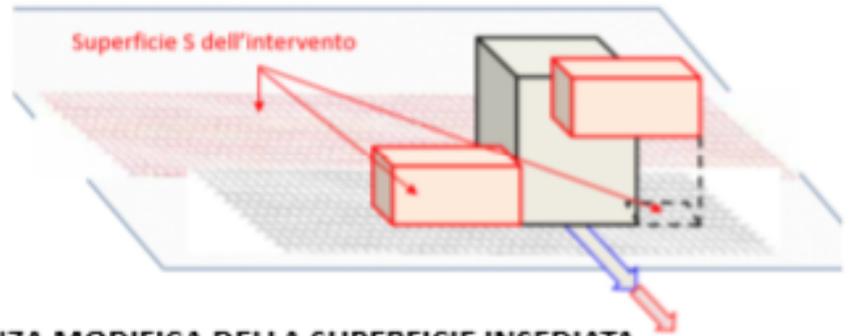
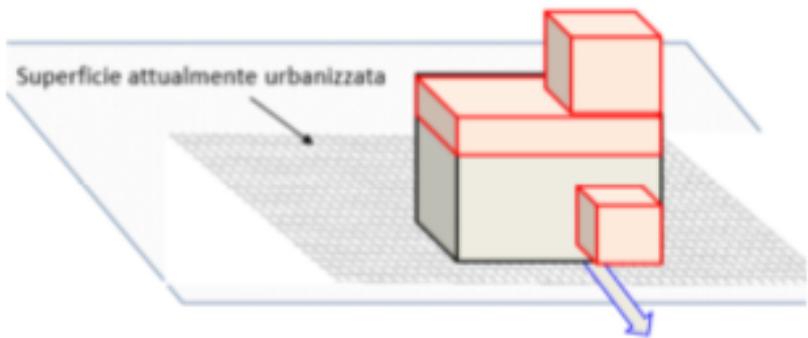
- Calcolo dei volumi di laminazione per il rispetto dei limiti di portata meteorica massima scaricabile nei ricettori
- Descrizione della soluzione progettuale di invarianza idraulica e idrologica e delle corrispondenti opere costituenti il sistema di drenaggio delle acque pluviali
- Calcoli e relativi dimensionamenti di tutte le componenti del sistema di drenaggio e dello scarico terminale, qualora necessario

PLANIMETRIE E PROFILI. SEZIONI. PARTICOLARI COSTRUTTIVI

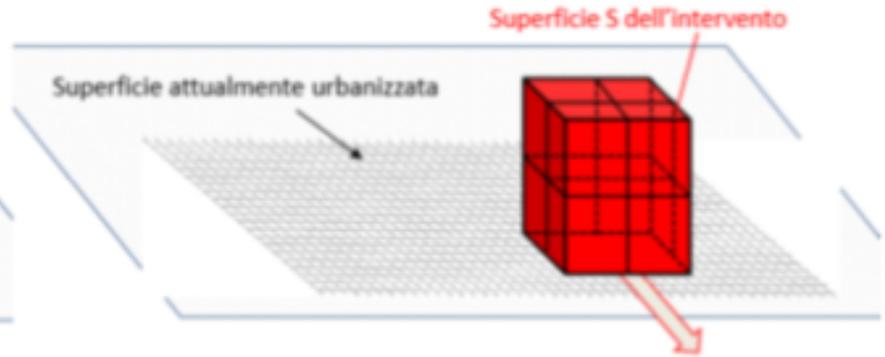
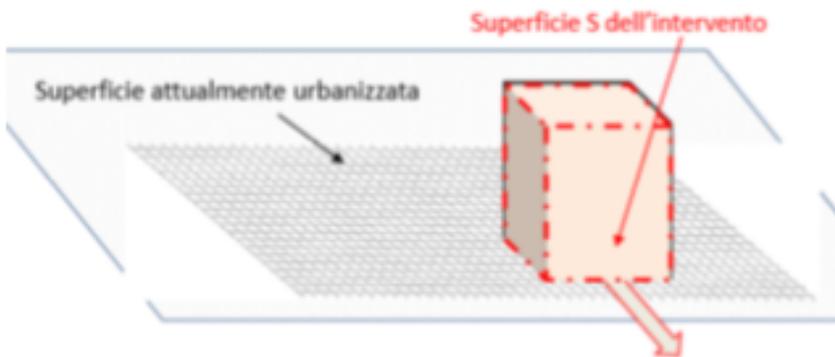
PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA

ASSEVERAZIONE DEL PROFESSIONISTA in merito alla conformità del progetto ai contenuti del presente regolamento

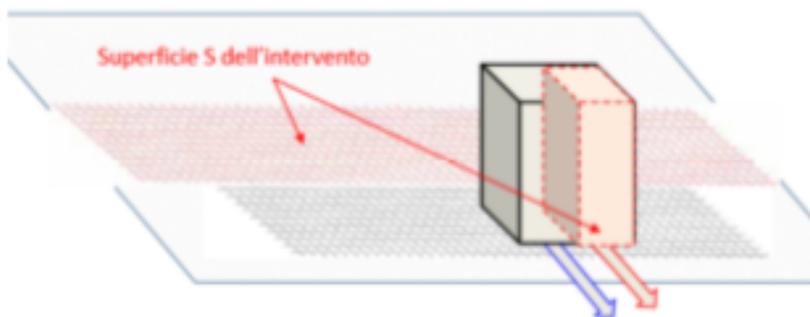
INTERVENTI EDILIZI INTERESSATI



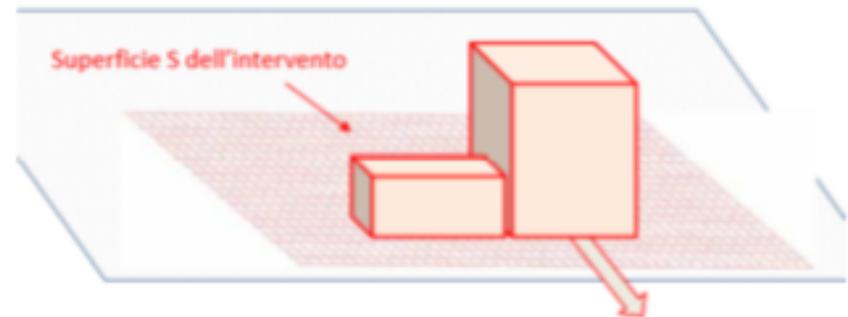
RISTRUTTURAZIONE PARZIALE CON O SENZA MODIFICA DELLA SUPERFICIE INSEDIATA



DEMOLIZIONE TOTALE CON O SENZA SCHELETRO E RICOSTRUZIONE SENZA MODIFICA DELLA SUPERFICIE INSEDIATA



DEMOLIZIONE PARZIALE FINO A PIANO TERRA



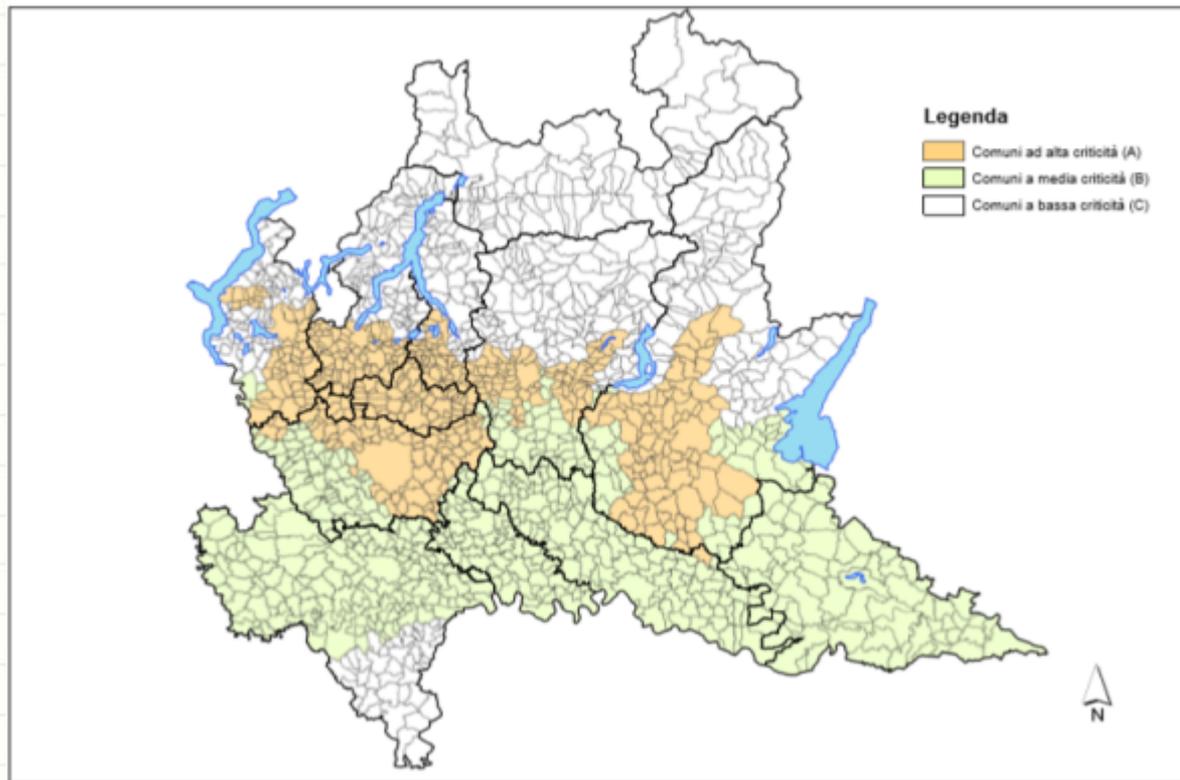
NUOVA COSTRUZIONE

AMBITI TERRITORIALI

Aree A ad alta criticità idraulica: bacini idrografici critici

Aree B a media criticità idraulica: aree non rientranti nelle aree A e ricadenti anche parzialmente in comprensori di bonifica e irrigazione

Aree C a bassa criticità idraulica: aree non rientranti nelle aree A e B



Gli ambiti di trasformazione ed i piani attuativi previsti nei pgt sono equiparati alle aree A indipendentemente dal comune in cui ricadono

VALORI MASSIMI DI PORTATA METEORICA SCARICABILE

Aree A ad alta criticità idraulica →

10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento

Aree B a media criticità idraulica →

20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento

Aree C a bassa criticità idraulica →

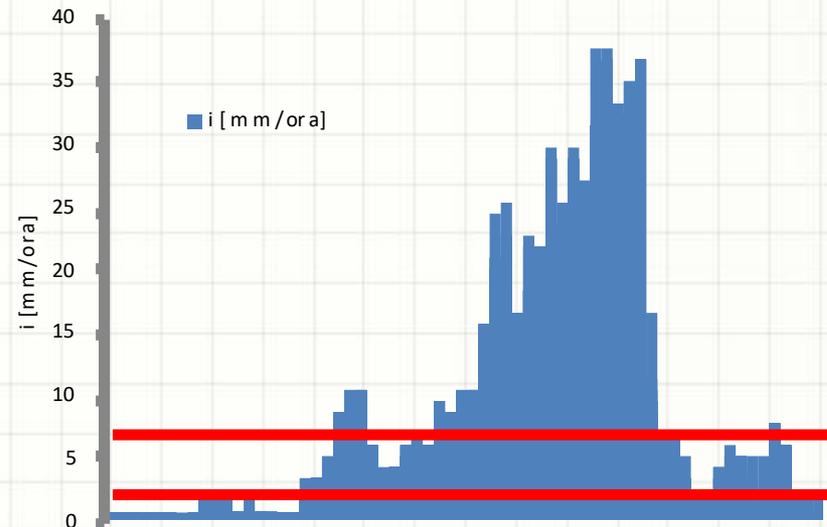
20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento

$10 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{ha}_{\text{imp}})$ →

3,6 mm/ora di pioggia

$20 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{ha}_{\text{imp}})$ →

7,2 mm/ora di pioggia



CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI RICHIEDENTI MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA E MODALITÀ DI CALCOLO

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	<i>Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi</i>	$\leq 0,01 \text{ ha } (\leq 100 \text{ mq})$	<i>qualsiasi</i>	<i>Requisiti minimi articolo 12 comma 1</i>	
1	<i>Impermeabilizzazione potenziale bassa</i>	$da > 0,01 \text{ a } \leq 0,1 \text{ ha } (\leq 1.000 \text{ mq})$	$\leq 0,4$	<i>Requisiti minimi articolo 12 comma 2</i>	
2	<i>Impermeabilizzazione potenziale media</i>	$da > 0,01 \text{ a } \leq 0,1 \text{ ha } (\leq 1.000 \text{ mq})$	$> 0,4$	<i>Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)</i>	<i>Requisiti minimi articolo 12 comma 2</i>
		$da > 0,1 \text{ a } \leq 1 \text{ ha } (da > 1.000 \text{ a } \leq 10.000 \text{ mq})$	<i>qualsiasi</i>		
		$da > 1 \text{ a } \leq 10 \text{ ha } (da > 10.000 \text{ a } \leq 100.000 \text{ mq})$	$\leq 0,4$		
3	<i>Impermeabilizzazione potenziale alta</i>	$da > 1 \text{ a } \leq 10 \text{ ha } (da > 10.000 \text{ a } \leq 100.000 \text{ mq})$	$> 0,4$	<i>Procedura dettagliata (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)</i>	
		$> 10 \text{ ha } (> 100.000 \text{ mq})$	<i>qualsiasi</i>		

REQUISITI MINIMI DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

- Aree A ad alta criticità idraulica →
800 mc / ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
- Aree B a media criticità idraulica →
600 mc / ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
- Aree C a bassa criticità idraulica →
400 mc / ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento

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	$\leq 0,01$ ha (≤ 100 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da $> 0,01$ a $\leq 0,1$ ha (≤ 1.000 mq)	$\leq 0,4$	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da $> 0,01$ a $\leq 0,1$ ha (≤ 1.000 mq)	$> 0,4$	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	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)	$\leq 0,4$		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	$> 0,4$	Procedura detagliata (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

LINEE SEGNALATRICI DI PIOGGIA

<http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml>

Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia

genda
Parametri 1-24 ore

Cerca per... Comune colico Ricerca

Risultato

Livello: Parametri 1-24 ore

Parametro	Valore
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	28.950001
N - Coefficiente di scala	0.3495
GEV - parametro alpha	0.31830001
GEV - parametro kappa	-0.0399999999
GEV - parametro epsilon	0.80140001

Esporta risultato come

Principali corsi d'acqua lombardi
Principali laghi lombardi

GEV - parametro epsilon

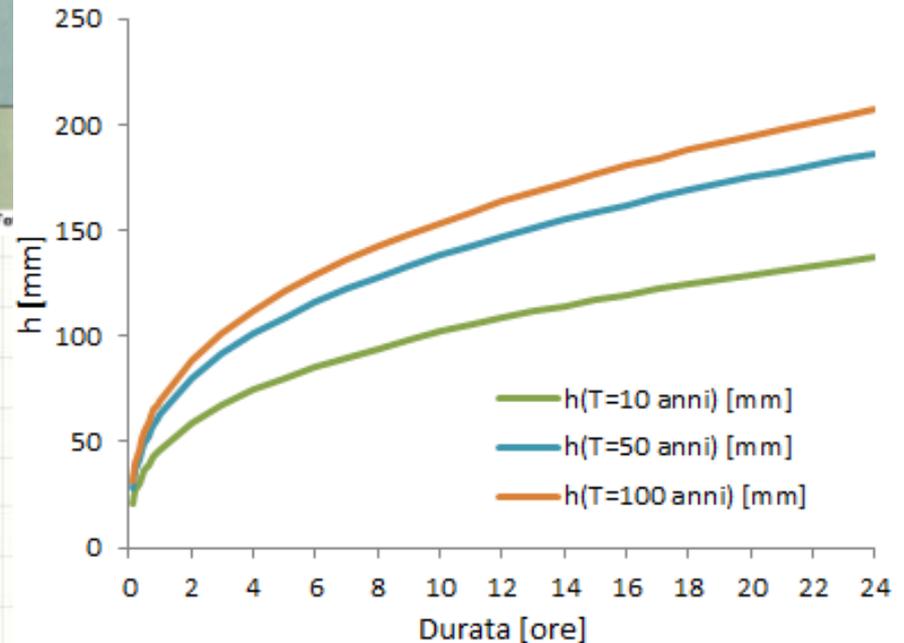
Ortofo

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

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

T = 50 anni : in progetto

T = 100 anni: per verifica franchi



METODO DELLE SOLE PIOGGE

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	≤ 0,01 ha (≤ 100 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,01 a ≤ 0,1 ha (≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,01 a ≤ 0,1 ha (≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	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, comma 2, lettera d)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

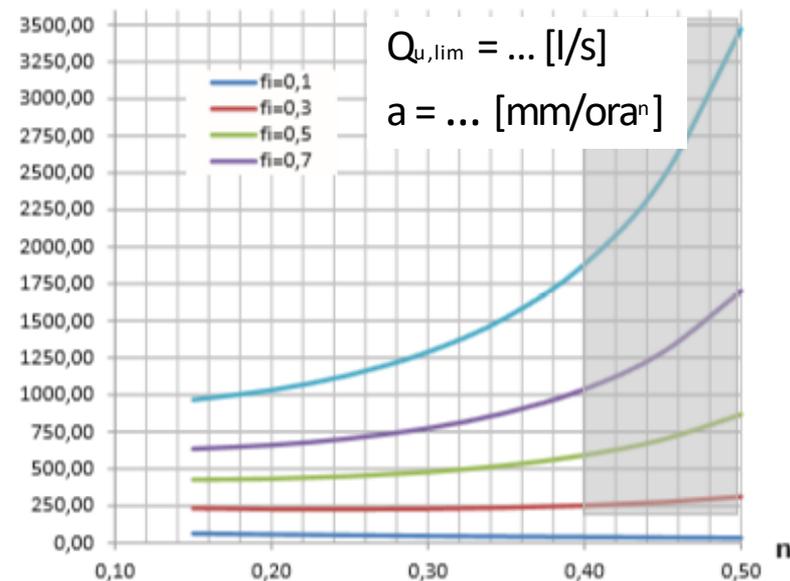
$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - Q_{u,max} \cdot D_w$$

Il volume di progetto è il maggiore tra quello risultante dai calcoli e il requisito minimo da normativa:

$$W = \max(W_0; W_{min})$$

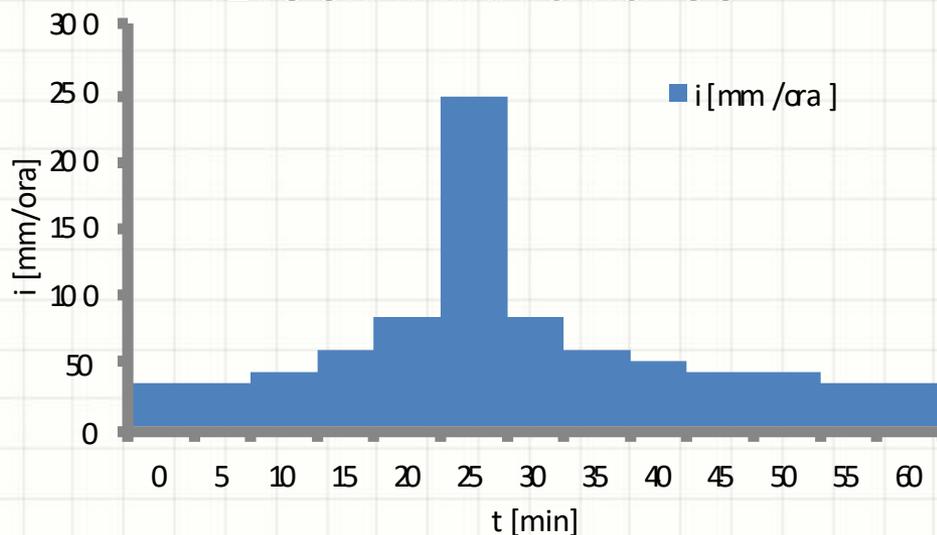
wo (mc/ha)



PROCEDURA DETTAGLIATA

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	$\leq 0,01$ ha (≤ 100 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da $> 0,01$ a $\leq 0,1$ ha (≤ 1.000 mq)	$\leq 0,4$	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da $> 0,01$ a $\leq 0,1$ ha (≤ 1.000 mq)	$> 0,4$	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	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)	$\leq 0,4$		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	$> 0,4$	Procedura dettagliata (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

IETOGRAMMA CHICAGO



$$i(t) = n \cdot a \cdot \left(\frac{t_r - t}{\kappa} \right)^{n-1}$$

$$h(t) = \kappa \cdot a \cdot \left[\left(\frac{t_r}{\kappa} \right)^n - \left(\frac{t_r - t}{\kappa} \right)^n \right]$$

$$i(t) = n \cdot a \cdot \left(\frac{t - t_r}{1 - \kappa} \right)^{n-1}$$

$$h(t) = a \cdot \left[k \cdot \left(\frac{t_r}{\kappa} \right)^n + (1 - \kappa) \cdot \left(\frac{t - t_r}{1 - \kappa} \right)^n \right]$$

CALCOLO DELLO IETOGRAMMA NETTO

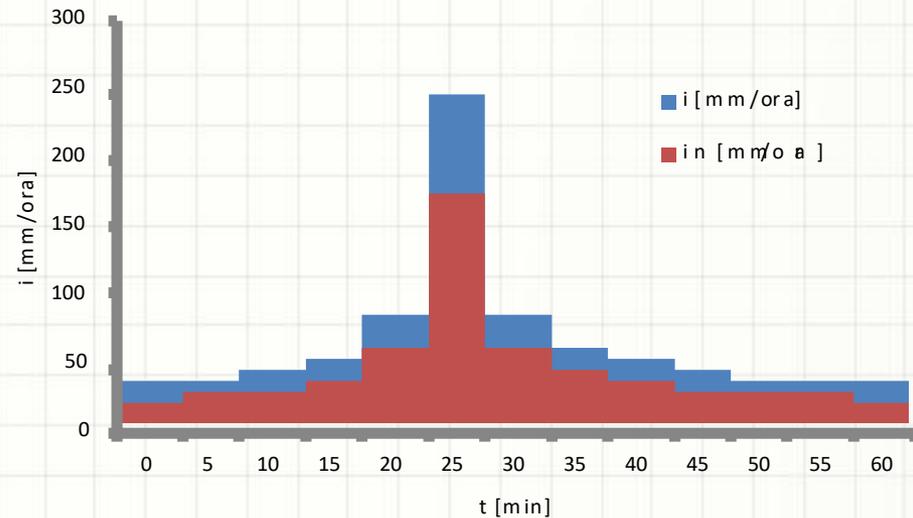
Metodo percentuale

$$\phi_1 = 1$$

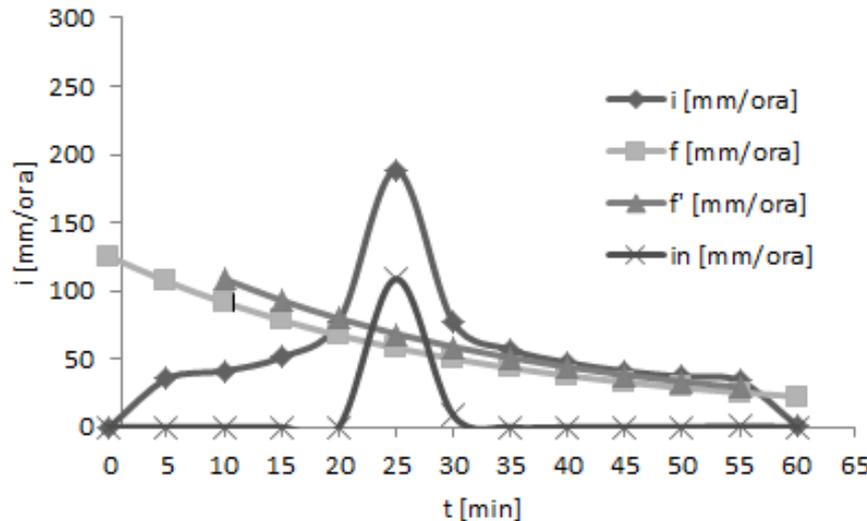
$$\phi_2 = 0,7$$

$$\phi_3 = 0,3: \text{ aree verdi}$$

$$\phi_{\text{medio}} = (\phi_1 \cdot S_1 + \phi_2 \cdot S_2 + \phi_3 \cdot S_3) / S_{\text{TOT}}$$



Modello di infiltrazione (Horton)



Classe del suolo	f_0 [mm/ora]	f_c [mm/ora]	k [1/ora]
A	250	25,4	2
B	200	12,7	2
C	125	6,3	2
D	76	2,5	2

Classificazione dei suoli (SCS, 1956)

A: Scarsa potenzialità di deflusso

B: Potenzialità di deflusso moderatamente bassa

C: Potenzialità di deflusso moderatamente alta

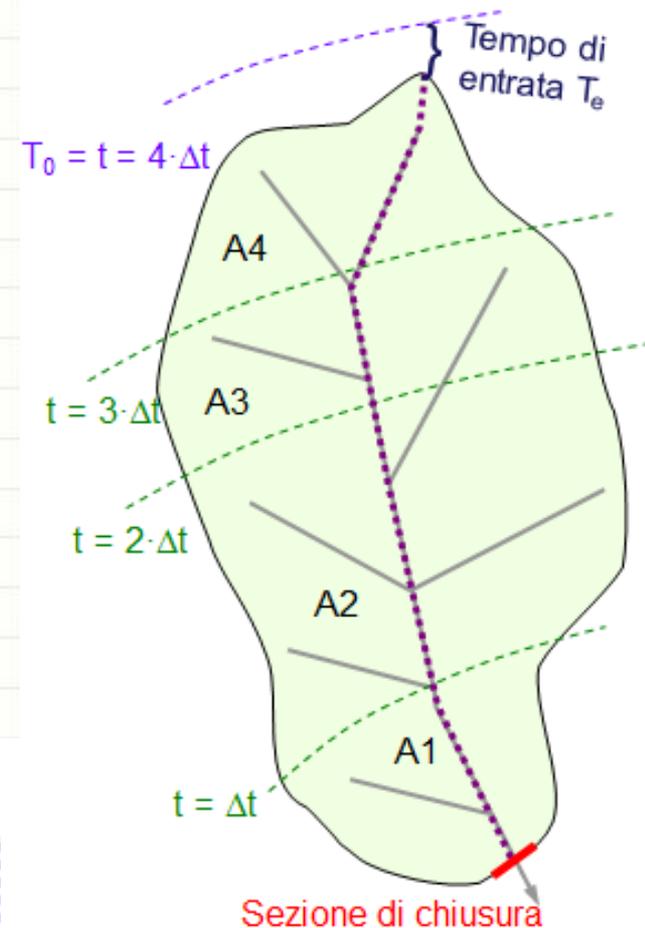
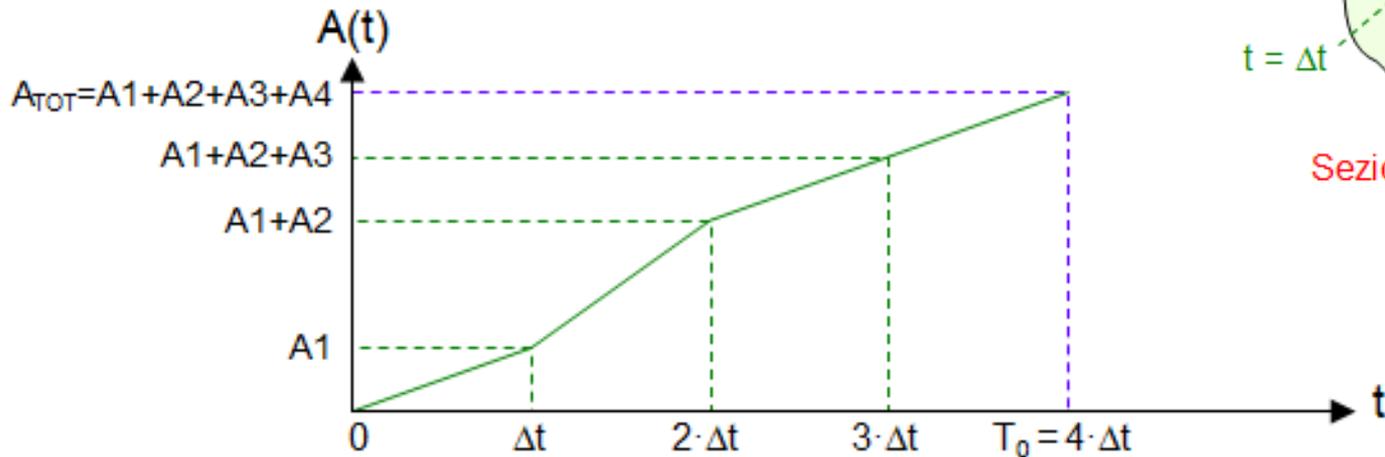
D: Potenzialità di deflusso molto alta

IDROGRAMMA IN INGRESSO ALL'INVASO

Modello della corrivazione

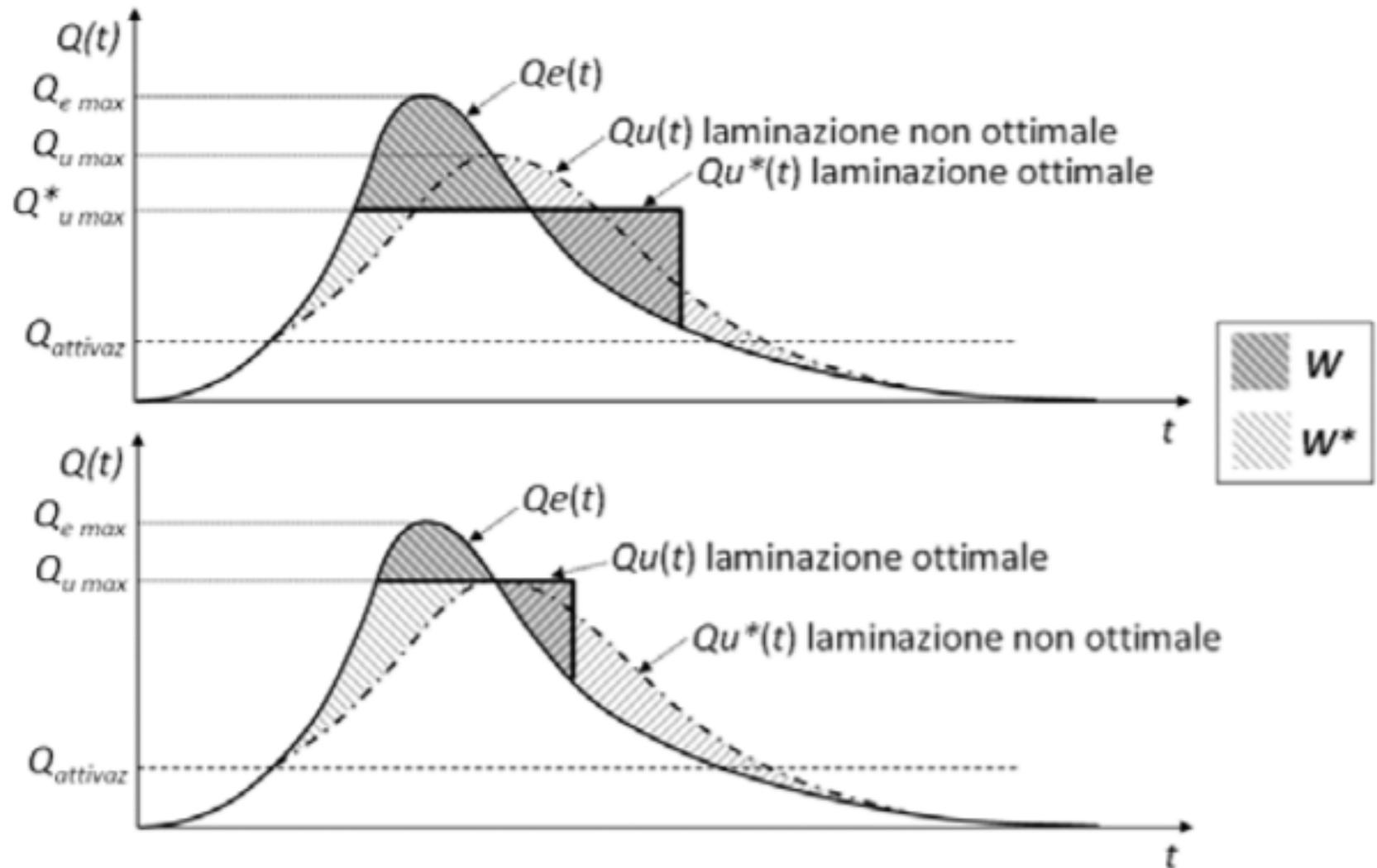
$$T_0 = T_e + \frac{1}{1.5} \cdot T_r = T_e + \frac{1}{1.5} \cdot \max_j \left\{ \sum_i \frac{L_{i,j}}{Vr_{i,j}} \right\}$$

$$\begin{cases} q_k = \sum_{j=1}^k p_j \cdot IUH_{k-j+1} \cdot \Delta t \\ p_j = 2,78/1000 \cdot \varphi \cdot i_j \cdot A \\ IUH_{k-j+1} = \frac{1}{A} \cdot \frac{A_{k-j+1}}{\Delta t} \end{cases}$$



IDROGRAMMA IN USCITA DALL'INVASO

Laminazione ottimale

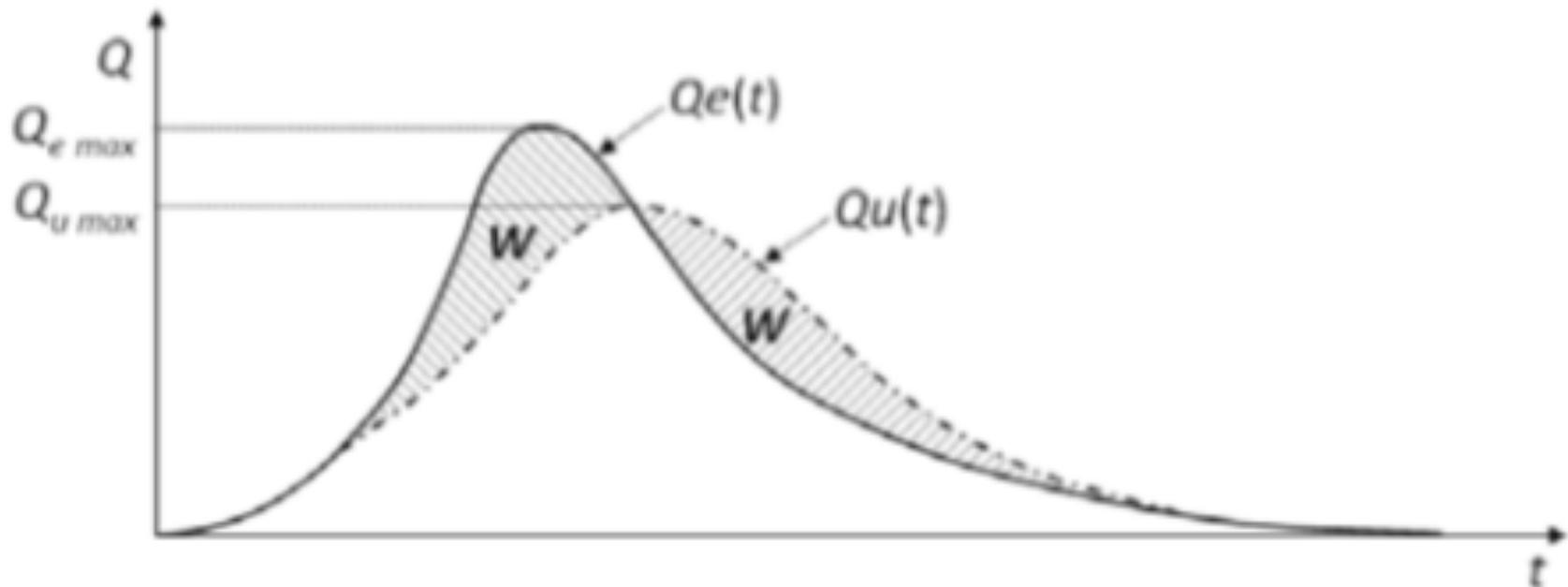


LAMINAZIONE

Equazione differenziale di continuità: $Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{dW(t)}{dt}$

Legge d'efflusso: $Q_u = Q_u[H(t)]$

Curva d'invaso: $W = W[H(t)]$



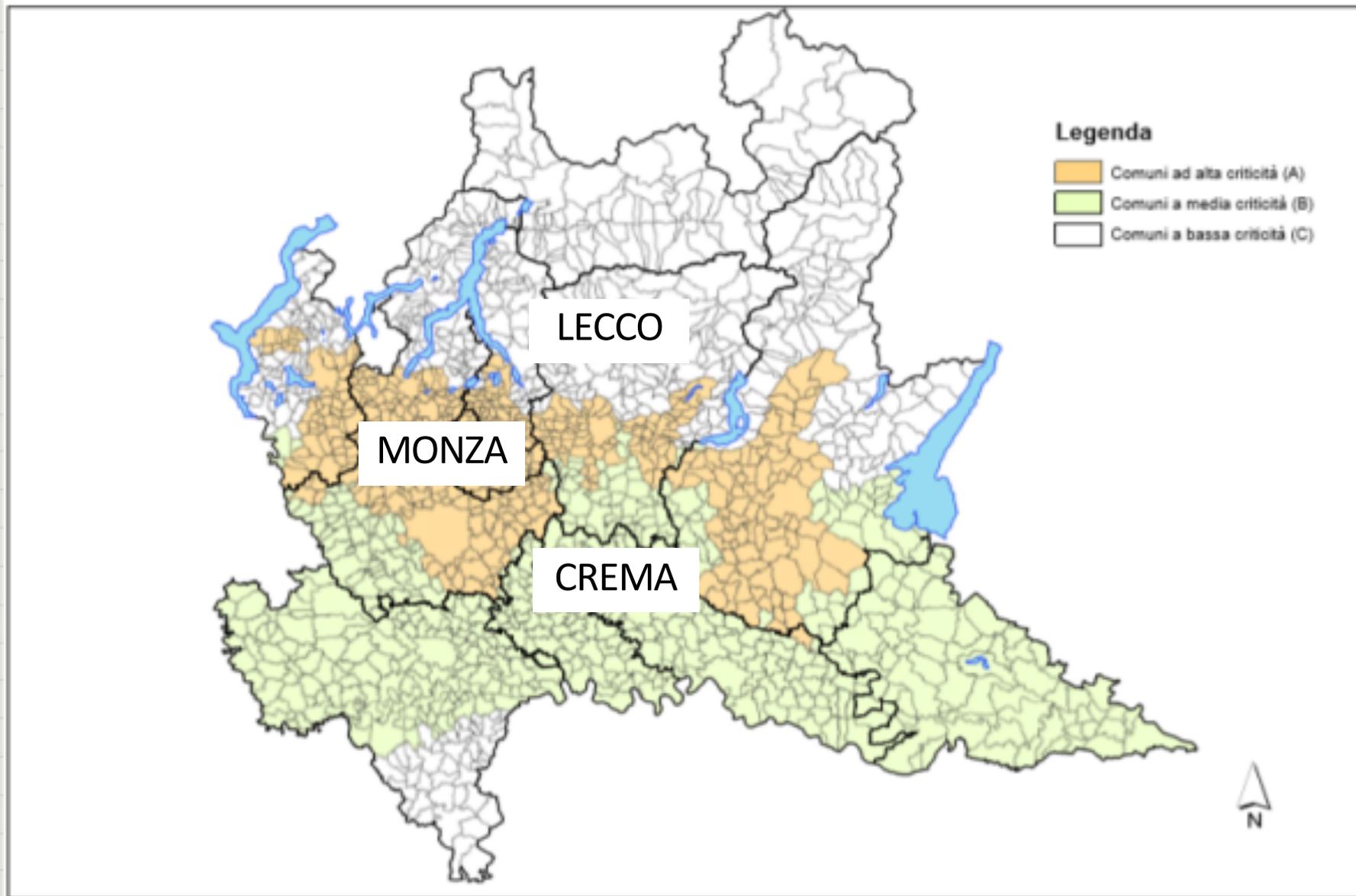
Il volume di progetto è il maggiore tra quello risultante dai calcoli e il requisito minimo da normativa:

$$W = \max(W_{\max}; W_{\min})$$

ESEMPI NUMERICI

LASSE	AMBITO TERRITORIALE	PORTATA LIMITE UNITARIA u_{lim} [l/s x ha di sup. scolante imp. dell'intervento]	VOLUME MINIMO DI INVASO [mc per ha di sup. scolante imp. dell'intervento]	PROGETTO E METODO
0	A	10	400 (non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio)	Progetto semplificato. Progetto non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio.
	B	20	400 (non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio)	Progetto semplificato. Progetto non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio.
	C	20	400 (non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio)	Progetto semplificato. Progetto non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio.
1	A	10	800	Progetto semplificato.
	B	20	600	Progetto semplificato.
	C	20	400	Progetto semplificato.
2	A	10	$\max(V_{calc}; 800)$	Progetto approfondito. Metodo delle sole piogge.
	B	20	$\max(V_{calc}; 600)$	Progetto approfondito. Metodo delle sole piogge.
	C	20	400	Progetto semplificato.
3	A	10	$\max(V_{calc}; 800)$	Progetto approfondito. Procedura dettagliata.
	B	20	$\max(V_{calc}; 600)$	Progetto approfondito. Procedura dettagliata.
	C	20	400	Progetto semplificato.

ESEMPI NUMERICI



ESEMPI NUMERICI – Classe 0

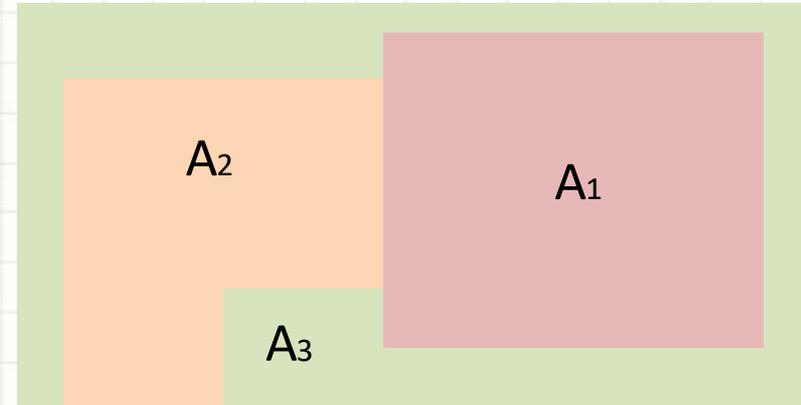
LASSE	AMBITO TERRITORIALE	PORTATA LIMITE UNITARIA u_{lim} [l/s x ha di sup. scolante imp. dell'intervento]	VOLUME MINIMO DI INVASO [mc per ha di sup. scolante imp. dell'intervento]	PROGETTO E METODO
0	A	10	400 (non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio)	Progetto semplificato. Progetto non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio.
	B	20	400 (non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio)	Progetto semplificato. Progetto non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio.
	C	20	400 (non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio)	Progetto semplificato. Progetto non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio.
1	A	10	800	Progetto semplificato.
	B	20	600	Progetto semplificato.
	C	20	400	Progetto semplificato.
2	A	10	$\max(V_{calc}; 800)$	Progetto approfondito. Metodo delle sole piogge.
	B	20	$\max(V_{calc}; 600)$	Progetto approfondito. Metodo delle sole piogge.
	C	20	400	Progetto semplificato.
3	A	10	$\max(V_{calc}; 800)$	Progetto approfondito. Procedura dettagliata.
	B	20	$\max(V_{calc}; 600)$	Progetto approfondito. Procedura dettagliata.
	C	20	400	Progetto semplificato.

ESEMPI NUMERICI – Classe 0

($A \leq 100 \text{ m}^2$; φ qualsiasi)

BOX DOPPIO

$$\begin{aligned} A_1 &= 36 \text{ m}^2 & \varphi_1 &= 1 \\ A_2 &= 31,25 \text{ m}^2 & \varphi_2 &= 0,7 \\ A_3 &= 30 \text{ m}^2 & \varphi_3 &= 0,3 \\ A &= 97,25 \text{ m}^2 & \varphi &= 0,69 \end{aligned}$$



Comune:

Monza → Area A

Crema → Area B

Lecco → Area C

Ambito A, Ambito B, Ambito C → REQUISITI MINIMI

$$w_{\min} = 400 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}}$$

$$W_{\min} = 2,68 \text{ m}^3$$

ESEMPI NUMERICI – Classe 1

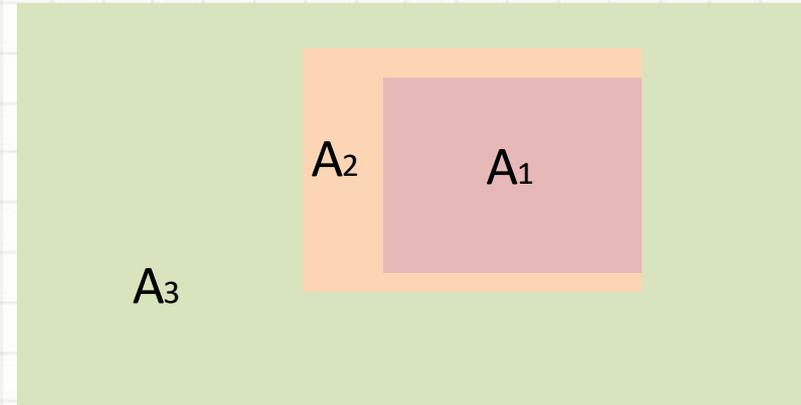
LASSE	AMBITO TERRITORIALE	PORTATA LIMITE UNITARIA u_{lim} [l/s x ha di sup. scolante imp. dell'intervento]	VOLUME MINIMO DI INVASO [mc per ha di sup. scolante imp. dell'intervento]	PROGETTO E METODO
0	A	10	400 (non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio)	Progetto semplificato. Progetto non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio.
	B	20	400 (non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio)	Progetto semplificato. Progetto non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio.
	C	20	400 (non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio)	Progetto semplificato. Progetto non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio.
1	A	10	800	Progetto semplificato.
	B	20	600	Progetto semplificato.
	C	20	400	Progetto semplificato.
2	A	10	$\max(V_{calc}; 800)$	Progetto approfondito. Metodo delle sole piogge.
	B	20	$\max(V_{calc}; 600)$	Progetto approfondito. Metodo delle sole piogge.
	C	20	400	Progetto semplificato.
3	A	10	$\max(V_{calc}; 800)$	Progetto approfondito. Procedura dettagliata.
	B	20	$\max(V_{calc}; 600)$	Progetto approfondito. Procedura dettagliata.
	C	20	400	Progetto semplificato.

ESEMPI NUMERICI – Classe 1

($100 \text{ m}^2 < A \leq 1.000 \text{ m}^2$; $\varphi \leq 0,4$)

CASA BIFAMIGLIARE SU DUE PIANI CON TERRENO

$A_1 = 100 \text{ m}^2$	$\varphi_1 = 1$
$A_2 = 50 \text{ m}^2$	$\varphi_2 = 0,7$
$A_3 = 800 \text{ m}^2$	$\varphi_3 = 0,3$
$A = 950 \text{ m}^2$	$\varphi = 0,39$



Comune:

Monza → Area A

Crema → Area B

Lecco → Area C

Ambito A → REQUISITI MINIMI → $w_{\min} = 800 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}} \rightarrow W_{\min} = 30 \text{ m}^3$

Ambito B → REQUISITI MINIMI → $w_{\min} = 600 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}} \rightarrow W_{\min} = 22,5 \text{ m}^3$

Ambito C → REQUISITI MINIMI → $w_{\min} = 400 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}} \rightarrow W_{\min} = 15 \text{ m}^3$

ESEMPI NUMERICI – Classe 2

LASSE	AMBITO TERRITORIALE	PORTATA LIMITE UNITARIA u_{lim} [l/s x ha di sup. scolante imp. dell'intervento]	VOLUME MINIMO DI INVASO [mc per ha di sup. scolante imp. dell'intervento]	PROGETTO E METODO
0	A	10	400 (non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio)	Progetto semplificato. Progetto non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio.
	B	20	400 (non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio)	Progetto semplificato. Progetto non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio.
	C	20	400 (non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio)	Progetto semplificato. Progetto non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio.
1	A	10	800	Progetto semplificato.
	B	20	600	Progetto semplificato.
	C	20	400	Progetto semplificato.
2	A	10	$\max(V_{calc}; 800)$	Progetto approfondito. Metodo delle sole piogge.
	B	20	$\max(V_{calc}; 600)$	Progetto approfondito. Metodo delle sole piogge.
	C	20	400	Progetto semplificato.
3	A	10	$\max(V_{calc}; 800)$	Progetto approfondito. Procedura dettagliata.
	B	20	$\max(V_{calc}; 600)$	Progetto approfondito. Procedura dettagliata.
	C	20	400	Progetto semplificato.

ESEMPI NUMERICI – DATI INPUT

Parametri linee segnalatrici di pioggia

Comune	MONZA	CREMA
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	31,0600	27,8500
N - Coefficiente di scala	0,3034	0,2809
GEV - parametro alpha	0,2953	0,2817
GEV - parametro kappa	-0,0218	-0,0503
GEV - parametro epsilon	0,8228	0,8223

 T=50 anni

Monza	D [ora]	1-24	< 1 ora
	n - Coefficiente di scala	0,30	0,50
	a [mm/ora ⁿ]	62,91	62,91
Crema	n - Coefficiente di scala	0,28	0,50
	a [mm/ora ⁿ]	56,72	56,72

Portata ammissibile allo scarico

Comune	u_{lim} [l/(s·ha·imp)]
Monza	10
Crema	20

ESEMPI NUMERICI – Classe 2

($100 \text{ m}^2 < A \leq 1.000 \text{ m}^2$; $\varphi > 0,4$)

$1.000 \text{ m}^2 < A \leq 10.000 \text{ m}^2$; φ qualsiasi

$10.000 \text{ m}^2 < A \leq 100.000 \text{ m}^2$; $\varphi \leq 0,4$)

CONDOMINIO

$$A_1 = 700 \text{ m}^2$$

$$\varphi_1 = 1$$

$$A_2 = 500 \text{ m}^2$$

$$\varphi_2 = 0,7$$

$$A_3 = 900 \text{ m}^2$$

$$\varphi_3 = 0,3$$

$$A = 2.100 \text{ m}^2$$

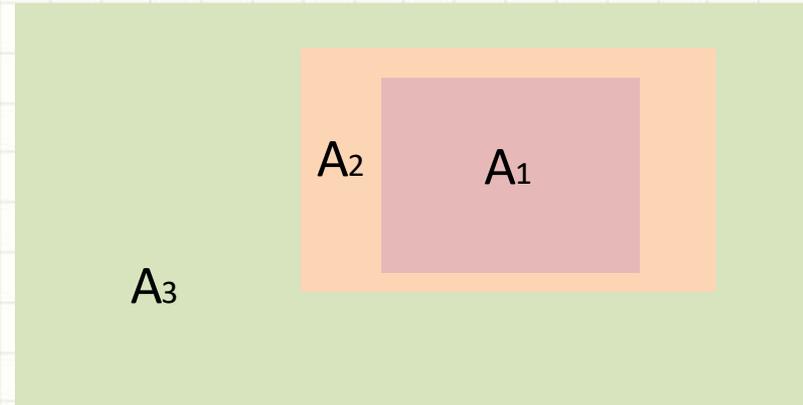
$$\varphi = 0,63$$

Comune:

Monza → Area A

Crema → Area B

Lecco → Area C



Ambito A → METODO DELLE SOLE PIOGGE → $W_0 = 120 \text{ m}^3$

$$W = \max(W_0; W_{\min}) = \max(120; 106) = 120 \text{ m}^3$$

Ambito B → METODO DELLE SOLE PIOGGE → $W_0 = 73 \text{ m}^3$

$$W = \max(W_0; W_{\min}) = \max(73; 79) = 79 \text{ m}^3$$

Ambito C → REQUISITI MINIMI → $w_{\min} = 400 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}} \rightarrow W_{\min} = 53 \text{ m}^3$

ESEMPI NUMERICI – Classe 3

LASSE	AMBITO TERRITORIALE	PORTATA LIMITE UNITARIA u_{lim} [l/s x ha di sup. scolante imp. dell'intervento]	VOLUME MINIMO DI INVASO [mc per ha di sup. scolante imp. dell'intervento]	PROGETTO E METODO
0	A	10	400 (non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio)	Progetto semplificato. Progetto non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio.
	B	20	400 (non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio)	Progetto semplificato. Progetto non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio.
	C	20	400 (non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio)	Progetto semplificato. Progetto non necessario se infiltrazione nel suolo e sottosuolo e se scarico nei laghi o nei fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio e Mincio.
1	A	10	800	Progetto semplificato.
	B	20	600	Progetto semplificato.
	C	20	400	Progetto semplificato.
2	A	10	$\max(V_{calc}; 800)$	Progetto approfondito. Metodo delle sole piogge.
	B	20	$\max(V_{calc}; 600)$	Progetto approfondito. Metodo delle sole piogge.
	C	20	400	Progetto semplificato.
3	A	10	$\max(V_{calc}; 800)$	Progetto approfondito. Procedura dettagliata.
	B	20	$\max(V_{calc}; 600)$	Progetto approfondito. Procedura dettagliata.
	C	20	400	Progetto semplificato.

ESEMPI NUMERICI – DATI INPUT

Parametri linee segnalatrici di pioggia

Comune	MONZA	CREMA
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	31,0600	27,8500
N - Coefficiente di scala	0,3034	0,2809
GEV - parametro alpha	0,2953	0,2817
GEV - parametro kappa	-0,0218	-0,0503
GEV - parametro epsilon	0,8228	0,8223



T=50 anni

Crema	D [ora]	1-24	< 1 ora
	n - Coefficiente di scala	0,30	0,50
	a [mm/ora ⁿ]	62,91	62,91
Monza	n - Coefficiente di scala	0,28	0,50
	a [mm/ora ⁿ]	56,72	56,72

Parametri ietogramma Chicago

r [-]	0,4
θ [ora]	1

Portata ammissibile allo scarico

Comune	u_{lim} [l/(s·ha·imp)]
Monza	10
Crema	20

Parametri modello della corrivazione

T_0 [min]	10
-------------	----

ESEMPI NUMERICI – Classe 3

($10.000 \text{ m}^2 < A \leq 100.000 \text{ m}^2$; $\varphi > 0,4$
 $A > 100.000 \text{ m}^2$; φ qualsiasi)

AREA INDUSTRIALE

$$\begin{aligned} A_1 &= 11.800 \text{ m}^2 & \varphi_1 &= 1 \\ A_2 &= 4.100 \text{ m}^2 & \varphi_2 &= 0,7 \\ A_3 &= 2.500 \text{ m}^2 & \varphi_3 &= 0,3 \\ A &= 18.400 \text{ m}^2 & \varphi &= 0,84 \end{aligned}$$

Comune:

Monza → Area A

Crema → Area B

Lecco → Area C



Ambito A → PROCEDURA DETTAGLIATA → $W_{MAX} = 864 \text{ m}^3$

$$W = \max(W_{MAX}; W_{min}) = \max(864; 1.234) = 1.234 \text{ m}^3$$

Ambito B → PROCEDURA DETTAGLIATA → $W_{MAX} = 713 \text{ m}^3$

$$W = \max(W_{MAX}; W_{min}) = \max(713; 925) = 925 \text{ m}^3$$

Ambito C → REQUISITI MINIMI → $w_{min} = 400 \text{ m}^3/\text{ha}_{imp}$ → $W_{min} = 617 \text{ m}^3$

SVUOTAMENTO DEI VOLUMI INVASATI: $t_{\text{svuot}} < 48$ ORE

A) RIUSO



B) INFILTRAZIONE



C) SCARICO IN CORPO IDRICO



D) SCARICO IN FOGNATURA

