

TITOLO PRATICA

PIANO DI RECUPERO

Villa Misericordia

UBICAZIONE

COMUNE DI CASTELLEONE
Provincia di Cremona
Via Villa Misericordia
Viale Santuario

TITOLO TAVOLA

RELAZIONE
INVARIANZA IDRAULICA

COMMITTENTI

SIG. GENNARI PIETRO BATTISTA nato a Castelleone (CR) il 28/09/1970 c.f. GNNPRB70P28C153X
Castelleone (CR) via Arata 1/A (BORRA MAURO nato a Castelleone (CR) il 06/09/1964 in qualita' di tutore)

SIG. VOLTOLINI SILVIA nata a Brescia (BS) il 30/03/1945 c.f. VLTSLV45C70B157Y
Cremona (CR) via Fulcheria n.5

SIG. GENNARI FRANCESCA nata a Cremona il 21/11/1977 c.f. GNNFNC77S61D150W
Milano (MI) via Noe Enrico n. 6

SIG. GENNARI SANDRO nato a Castelleone il 30/06/1947 c.f. GNNSDR47H30C153L
Cremona (CR) via Fulcheria n.5

SIG. BOSSI ELENA nata a Crema il 01/08/1965 c.f. BSSLNE65M41D142V
Crema (CR) via Borletto n.4

SIG. BOSSI ELISABETTA nata a Crema il 06/02/1969 c.f. BSSLBT69B46D142L
Crema (CR) via Borletto n.4

SIG. BOSSI FRANCESCA CECILIA nata a Crema il 27/04/1967 c.f. BSSFNC67D67D142R
Crema (CR) via Bramante n.132

PROGETTISTA

Geom. Giovanni Capoani
N° 1388 Collegio dei Geometri di Cremona
Via Manenti 8 - CASTELLEONE (CR)
C.F. CPNGNN66A17D150Y-P.I. 00977760198
Tel. 0374/58851 - 338/3208201
giovannicapoani@gmail.com
giovanni.capoani@geopec.it

ALL. N.

3

DATA

GIUGNO 2022

Dott. Ing. Paolo Gazzoli
N° 1743 Ordine Ingegneri di Cremona
Via Quadelle n.2/a - CASTELLEONE (CR)
C.F. GZZPLA87A08D142K-P.I. 01662250198
Tel. 0374/351152- 328/2565487
ing.gazzoli@gmail.com
paolo.gazzoli@ingpec.eu

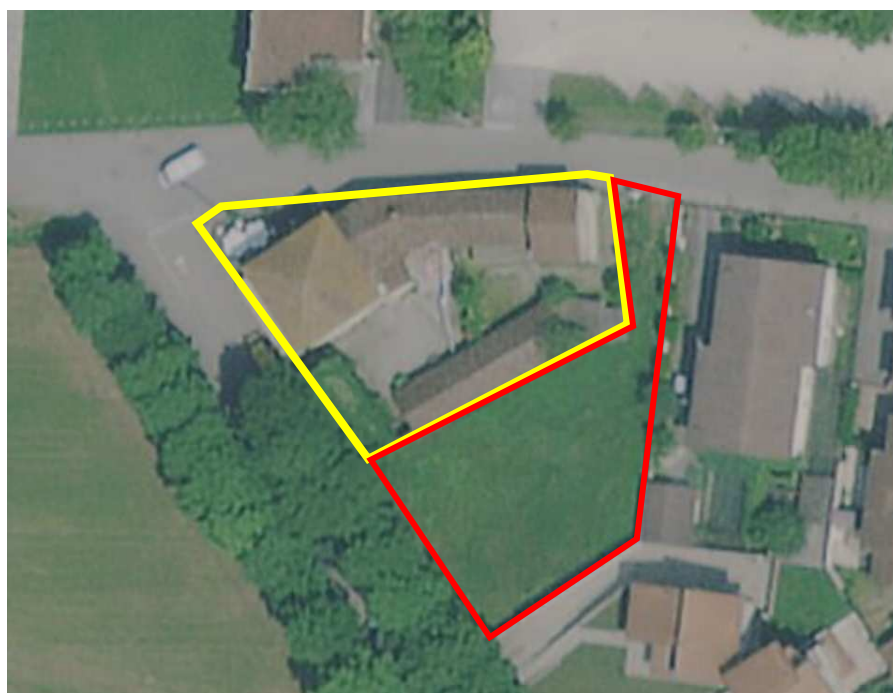
TIMBRI E PROTOCOLLI COMUNALI

RELAZIONE TECNICA DI INVARIANZA IDRAULICA

INDIVIDUAZIONE AREA DI INTERVENTO

Oggetto della Pratica: Piano di Recupero;

Indirizzo di intervento: viale santuario – 26012 Castelleone (CR);



L'intervento, oggetto di Piano di Recupero, coinvolge mappali caratterizzati da una differente situazione edilizia. Pertanto il Piano di Recupero prevede due distinte tipologie di intervento: La prima (in colore Giallo) caratterizzata da un'area interamente edificata per la quale il Piano prevede interventi di manutenzione straordinaria con parziali demolizioni e ricostruzioni, senza incremento di superficie coperta e di volume; La seconda (in colore Rosso) contempla opere di nuova costruzione.

Per l'intervento di cui alla prima tipologia **non** è richiesta la redazione del progetto di invarianza idraulica ed idrologica ai sensi e per gli effetti del Regolamento Regionale n. 7/2017 e s.m.i., poiché la tipologia di intervento ricade, "**a contrariis**", tra quelli previsti ai punti 6 e 7 dell'ALLEGATO A.

Il secondo intervento consiste in opere di nuova costruzione su aree attualmente a verde e pertanto se ne individuano le superfici rese impermeabili e se ne definiscono i rispettivi coefficienti di deflusso:

• **LOTTO B – UNITA' 1**

$S_{\text{COPERTA}} = 69,82m^2$ alla quale è possibile attribuire un coefficiente di deflusso $\varphi_1 = 1$;

$S_{\text{VIALETTI NON COLLETTATI}} = 54,00m^2$ alla quale è possibile attribuire un coefficiente di deflusso $\varphi_1 = 1$;

• **LOTTO B – UNITA' 2**

$S_{\text{COPERTA}} = 73,12m^2$ alla quale è possibile attribuire un coefficiente di deflusso $\varphi_1 = 1$;

$S_{\text{VIALETTI NON COLLETTATI}} = 41,00m^2$ alla quale è possibile attribuire un coefficiente di deflusso $\varphi_1 = 1$;

• **LOTTO B – UNITA' 3**

$S_{\text{COPERTA}} = 73,19m^2$ alla quale è possibile attribuire un coefficiente di deflusso $\varphi_1 = 1$;

$S_{\text{VIALETTI NON COLLETTATI}} = 41,00m^2$ alla quale è possibile attribuire un coefficiente di deflusso $\varphi_1 = 1$;

• **BOX**

$S_{\text{COPERTA}} = 96,60m^2$ alla quale è possibile attribuire un coefficiente di deflusso $\varphi_1 = 1$;

Da quanto illustrato nell'art. 9 del regolamento regionale n°7/2017, la classe dell'intervento oggetto di studio ricade all'interno della "*impermeabilizzazione potenziale media*", per la quale è utilizzabile al fine del calcolo il metodo delle sole piogge. Il comune di Castelleone risulta ubicato in Area B – aree a media criticità idraulica.

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	$\leq 0,03$ 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
		da $> 0,03$ a $\leq 0,1$ ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	$> 0,4$	
2	Impermeabilizzazione 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)	$\leq 0,4$	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
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	

Facendo riferimento a quanto riportato all'interno dell'art. 5, comma 3, lettere a), b), c), d) del regolamento si precisa che al fine del rispetto del principio di invarianza idraulica, si provvederà alla realizzazione di quattro distinti dispositivi di infiltrazione a pozzo drenante per ciascuna delle nuove suddivisioni residenziali che saranno poi oggetto di vendite separate. Al fine di favorire lo smaltimento dei volumi derivanti da fenomeni particolarmente intensi, ciascun pozzo sarà dotato della possibilità di scaricare quota parte del volume stoccato verso il recettore finale, garantendo una portata massima scaricata inferiore al limite imposto. Si precisa sin da subito, che in fase di presentazione di S.C.I.A. alternativa al P.d.C. sarà meglio definita e dettagliate eventuali modifiche al progetto qui allegato.

NB: i volumi generati dalle superfici dei vialetti e dei camminamenti, non essendo prevista la rete di raccolta delle acque, saranno scaricati direttamente sul suolo che sarà opportunamente sagomato così da garantire l'accumulo del volume richiesto e la successiva infiltrazione nei primi strati del terreno.

LOTTO B – UNITA' 1

- $S_1 = 69,82m^2$ alla quale è possibile attribuire un coefficiente di deflusso $\varphi_1 = 1$;
- $S_2 = 54,00m^2$ alla quale è possibile attribuire un coefficiente di deflusso $\varphi_1 = 1$;
- $S_{pozzo} = 7,00m^2$ alla quale è possibile attribuire un coefficiente di deflusso $\varphi_1 = 0,7$;

Considerata la superficie del primo intervento, la portata limite scaricabile nel recettore risulta u_{lim} pari a $20 \frac{l}{sha}$, dalla quale si ricava la portata massima uscente dall'opera di laminazione risulta pari a:

$$Q_{u,lim} = S_{tot} \cdot u_{lim} = 0,33 \frac{l}{s}$$

Al fine del calcolo si utilizza il coefficiente di permeabilità K riferito alla zona libera da costruzioni risulta pari a $10^{-5}m/s$ così come ipotizzabile a seguito delle indagini geologiche effettuate.

Dimensionamento con TR 50

La curva di possibilità pluviometrica valida localmente, determinata attraverso i dati e le metodologie proposte da ARPA Lombardia per un tempo di ritorno di 50 anni è caratterizzata dai seguenti parametri:

- $a = A_1 \cdot w_T = 55,543594 \frac{mm}{ora^n}$
- $n = 0,2794$
- $k = 1 \cdot 10^{-5} m/s = 0,00001 \frac{m}{s}$

Procedendo nel calcolo attraverso il metodo delle sole piogge così come illustrato all'interno dell'allegato D del regolamento regionale n°7/2017 si ricava la durata critica dell'evento meteorico:

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{2,78 \cdot S \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} = 2,91 \text{ ore}$$

Attraverso la quale è possibile ricavare il volume massimo di invaso pari a:

$$\begin{aligned}
 W_{0,50} &= 10 \cdot S \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n - 3,6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w = \\
 &= 6,94 m^3
 \end{aligned}$$

Tale valore così calcolato risulta da confrontare con i valori minimi imposti ai sensi dell'art.12 del regolamento regionale n°7/2017, che, per le Aree A identifica un volume specifico minimo pari a $800 m^3/ha$.

Calcolato il volume corrispondente al limite minimo imposto dalla normativa si determina che:

$$W_{0,min} = w_{0,min} \cdot S = 10,30m^3$$

Poiché il volume minimo risulta maggiore del valore calcolato attraverso il metodo delle sole piogge, si adotta come valore finale per l'opera di laminazione il valore $W_{0,min}$ pari a $10,30m^3$.

Ripartendo tale volume in relazione alle superfici delle coperture e dei vialetti si determinano le seguenti quantità:

$$V_{SUP.COPERTA} = 5,80m^3$$

$$V_{VIALETTI NON COLLETTATI} = 4,50m^3$$

Per lo stoccaggio del volume derivante dalle superfici collettate si ipotizza di realizzare un pozzo drenante caratterizzato da un diametro di 2,00 m e profondità 1,00 m, oltre a scavo circolare con rinterro in ghiaia con pezzatura tale da garantire una porosità minima del 45% avente diametro esterno di 3,00 m e profondità 1,50 m.

In questo modo si ottiene un volume utile pari a:

$$V_{utile} = 6,50m^3$$

A favore di sicurezza come superficie percolante A_{perc} si considera metà della superficie laterale, ovvero:

$$A_{perc} = 14,13m^2$$

Tale superficie permette di infiltrare una portata pari a:

$$Q_{u,inf} = k \cdot A_{perc} = 0,05 \frac{l}{s}$$

Noto il volume di stoccaggio, si determini ora il tempo richiesto per lo svuotamento totale dell'opera che, ai sensi del regolamento regionale n°7/2017, dovrà risultare minore di 48h.

$$t = \frac{W_{0,min}}{3,6 \cdot (Q_{u,lim} + Q_{u,inf})} = 9,39 \text{ ore}$$

Tale valore risulta rispettare il valore imposto dal regolamento.

Verifica con TR 100

La curva di possibilità pluviometrica valida localmente, determinata attraverso i dati e le metodologie proposte da ARPA Lombardia per un tempo di ritorno di 100 anni è caratterizzata dai seguenti parametri:

- $a = A_1 \cdot w_T = 62,238929 \text{ mm/ora}^n$
- $n = 0,2795$
- $k = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s} = 0,00001 \text{ m/s}$

Procedendo nel calcolo attraverso il metodo delle sole piogge così come illustrato all'interno dell'allegato D del regolamento regionale n°7/2017, inserendo all'interno delle relazioni proposte la quota parte di portata infiltrata nel terreno ipotizzando una filtrazione attraverso metà della superficie laterale della trincea drenante e trascurando il contributo della superficie di base per tenere conto di eventuali depositi che potrebbero ostruire la superficie filtrante, si ricava la durata critica dell'evento meteorico:

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim} + Q_{u,inf}}{2,78 \cdot S \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} = 3,40 ore$$

Attraverso la quale è possibile ricavare il volume massimo di invaso pari a:

$$\begin{aligned} W_{0,100} &= 10 \cdot S \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n - 3,6 \cdot (Q_{u,lim} + Q_{u,inf}) \cdot D_w = \\ &= 10,30 m^3 \end{aligned}$$

Tale valore così calcolato risulta da confrontare con il volume calcolato con TR50.

Poiché il volume $W_{0,100}$ risulta minore del requisito minimo, si adotta come valore finale per l'opera di laminazione il valore $W_{0,min}$ pari a $10,30 m^3$.

Il volume prima determinato rispetta il valore anche per TR100

LOTTO B – UNITA' 2

- $S_1 = 73,12m^2$ alla quale è possibile attribuire un coefficiente di deflusso $\varphi_1 = 1$;
- $S_2 = 41,00m^2$ alla quale è possibile attribuire un coefficiente di deflusso $\varphi_1 = 1$;
- $S_{pozzo} = 7,00m^2$ alla quale è possibile attribuire un coefficiente di deflusso $\varphi_1 = 0,7$;

Considerata la superficie del primo intervento, la portata limite scaricabile nel recettore risulta u_{lim} pari a $20 \frac{l}{sha}$, dalla quale si ricava la portata massima uscente dall'opera di laminazione risulta pari a:

$$Q_{u,lim} = S_{tot} \cdot u_{lim} = 0,31 \frac{l}{s}$$

Al fine del calcolo si utilizza il coefficiente di permeabilità K riferito alla zona libera da costruzioni risulta pari a $10^{-5}m/s$ così come ipotizzabile a seguito delle indagini geologiche effettuate.

Dimensionamento con TR 50

La curva di possibilità pluviometrica valida localmente, determinata attraverso i dati e le metodologie proposte da ARPA Lombardia per un tempo di ritorno di 50 anni è caratterizzata dai seguenti parametri:

- $a = A_1 \cdot w_T = 55,543594 \frac{mm}{ora^n}$
- $n = 0,2794$
- $k = 1 \cdot 10^{-5} m/s = 0,00001 \frac{m}{s}$

Procedendo nel calcolo attraverso il metodo delle sole piogge così come illustrato all'interno dell'allegato D del regolamento regionale n°7/2017 si ricava la durata critica dell'evento meteorico:

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{2,78 \cdot S \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} = 2,91 \text{ ore}$$

Attraverso la quale è possibile ricavare il volume massimo di invaso pari a:

$$\begin{aligned}
 W_{0,50} &= 10 \cdot S \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n - 3,6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w = \\
 &= 6,42 m^3
 \end{aligned}$$

Tale valore così calcolato risulta da confrontare con i valori minimi imposti ai sensi dell'art.12 del regolamento regionale n°7/2017, che, per le Aree A identifica un volume specifico minimo pari a $800 m^3/ha$.

Calcolato il volume corrispondente al limite minimo imposto dalla normativa si determina che:

$$W_{0,min} = w_{0,min} \cdot S = 10,30m^3$$

Poiché il volume minimo risulta maggiore del valore calcolato attraverso il metodo delle sole piogge, si adotta come valore finale per l'opera di laminazione il valore $W_{0,min}$ pari a $9,52m^3$.

Ripartendo tale volume in relazione alle superfici delle coperture e dei vialetti si determinano le seguenti quantità:

$$V_{SUP.COPERTA} = 6,10m^3$$

$$V_{VIALETTI NON COLLETTATI} = 3,40m^3$$

Per lo stoccaggio del volume derivante dalle superfici collettate si ipotizza di realizzare un pozzo drenante caratterizzato da un diametro di 2,00 m e profondità 1,00 m, oltre a scavo circolare con rinterro in ghiaia con pezzatura tale da garantire una porosità minima del 45% avente diametro esterno di 3,00 m e profondità 1,50 m.

In questo modo si ottiene un volume utile pari a:

$$V_{utile} = 6,50m^3$$

A favore di sicurezza come superficie percolante A_{perc} si considera metà della superficie laterale, ovvero:

$$A_{perc} = 14,13m^2$$

Tale superficie permette di infiltrare una portata pari a:

$$Q_{u,inf} = k \cdot A_{perc} = 0,05 \frac{l}{s}$$

Noto il volume di stoccaggio, si determini ora il tempo richiesto per lo svuotamento totale dell'opera che, ai sensi del regolamento regionale n°7/2017, dovrà risultare minore di 48h.

$$t = \frac{W_{0,min}}{3,6 \cdot (Q_{u,lim} + Q_{u,inf})} = 9,28 \text{ ore}$$

Tale valore risulta rispettare il valore imposto dal regolamento.

Verifica con TR 100

La curva di possibilità pluviometrica valida localmente, determinata attraverso i dati e le metodologie proposte da ARPA Lombardia per un tempo di ritorno di 100 anni è caratterizzata dai seguenti parametri:

- $a = A_1 \cdot w_T = 62,238929 \text{ mm/ora}^n$
- $n = 0,2795$
- $k = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s} = 0,00001 \text{ m/s}$

Procedendo nel calcolo attraverso il metodo delle sole piogge così come illustrato all'interno dell'allegato D del regolamento regionale n°7/2017, inserendo all'interno delle relazioni proposte la quota parte di portata infiltrata nel terreno ipotizzando una filtrazione attraverso metà della superficie laterale della trincea drenante e trascurando il contributo della superficie di base per tenere conto di eventuali depositi che potrebbero ostruire la superficie filtrante, si ricava la durata critica dell'evento meteorico:

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim} + Q_{u,inf}}{2,78 \cdot S \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} = 3,40 ore$$

Attraverso la quale è possibile ricavare il volume massimo di invaso pari a:

$$\begin{aligned} W_{0,100} &= 10 \cdot S \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n - 3,6 \cdot (Q_{u,lim} + Q_{u,inf}) \cdot D_w = \\ &= 7,50 m^3 \end{aligned}$$

Tale valore così calcolato risulta da confrontare con il volume calcolato con TR50.

Poiché il volume $W_{0,100}$ risulta minore del requisito minimo, si adotta come valore finale per l'opera di laminazione il valore $W_{0,min}$ pari a $9,52 m^3$.

Il volume prima determinato rispetta il valore anche per TR100

LOTTO B – UNITA' 3

- $S_1 = 73,13m^2$ alla quale è possibile attribuire un coefficiente di deflusso $\varphi_1 = 1$;
- $S_2 = 43,00m^2$ alla quale è possibile attribuire un coefficiente di deflusso $\varphi_1 = 1$;
- $S_{pozzo} = 7,00m^2$ alla quale è possibile attribuire un coefficiente di deflusso $\varphi_1 = 0,7$;

Considerata la superficie del primo intervento, la portata limite scaricabile nel recettore risulta u_{lim} pari a $20 \frac{l}{sha}$, dalla quale si ricava la portata massima uscente dall'opera di laminazione risulta pari a:

$$Q_{u,lim} = S_{tot} \cdot u_{lim} = 0,31 \frac{l}{s}$$

Al fine del calcolo si utilizza il coefficiente di permeabilità K riferito alla zona libera da costruzioni risulta pari a $10^{-5}m/s$ così come ipotizzabile a seguito delle indagini geologiche effettuate.

Dimensionamento con TR 50

La curva di possibilità pluviometrica valida localmente, determinata attraverso i dati e le metodologie proposte da ARPA Lombardia per un tempo di ritorno di 50 anni è caratterizzata dai seguenti parametri:

- $a = A_1 \cdot w_T = 55,543594 \frac{mm}{ora^n}$
- $n = 0,2794$
- $k = 1 \cdot 10^{-5} m/s = 0,00001 \frac{m}{s}$

Procedendo nel calcolo attraverso il metodo delle sole piogge così come illustrato all'interno dell'allegato D del regolamento regionale n°7/2017 si ricava la durata critica dell'evento meteorico:

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{2,78 \cdot S \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} = 2,91 \text{ ore}$$

Attraverso la quale è possibile ricavare il volume massimo di invaso pari a:

$$\begin{aligned}
 W_{0,50} &= 10 \cdot S \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n - 3,6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w = \\
 &= 6,53 m^3
 \end{aligned}$$

Tale valore così calcolato risulta da confrontare con i valori minimi imposti ai sensi dell'art.12 del regolamento regionale n°7/2017, che, per le Aree A identifica un volume specifico minimo pari a $800 m^3/ha$.

Calcolato il volume corrispondente al limite minimo imposto dalla normativa si determina che:

$$W_{0,min} = w_{0,min} \cdot S = 9,69m^3$$

Poiché il volume minimo risulta maggiore del valore calcolato attraverso il metodo delle sole piogge, si adotta come valore finale per l'opera di laminazione il valore $W_{0,min}$ pari a $9,69m^3$.

Ripartendo tale volume in relazione alle superfici delle coperture e dei vialetti si determinano le seguenti quantità:

$$V_{SUP.COPERTA} = 6,10m^3$$

$$V_{VIALETTI NON COLLETTATI} = 3,58m^3$$

Per lo stoccaggio del volume derivante dalle superfici collettate si ipotizza di realizzare un pozzo drenante caratterizzato da un diametro di 2,00 m e profondità 1,00 m, oltre a scavo circolare con rinterro in ghiaia con pezzatura tale da garantire una porosità minima del 45% avente diametro esterno di 3,00 m e profondità 1,50 m.

In questo modo si ottiene un volume utile pari a:

$$V_{utile} = 6,50m^3$$

A favore di sicurezza come superficie percolante A_{perc} si considera metà della superficie laterale, ovvero:

$$A_{perc} = 14,13m^2$$

Tale superficie permette di infiltrare una portata pari a:

$$Q_{u,inf} = k \cdot A_{perc} = 0,05 \frac{l}{s}$$

Noto il volume di stoccaggio, si determini ora il tempo richiesto per lo svuotamento totale dell'opera che, ai sensi del regolamento regionale n°7/2017, dovrà risultare minore di 48h.

$$t = \frac{W_{0,min}}{3,6 \cdot (Q_{u,lim} + Q_{u,inf})} = 9,30 \text{ ore}$$

Tale valore risulta rispettare il valore imposto dal regolamento.

Verifica con TR 100

La curva di possibilità pluviometrica valida localmente, determinata attraverso i dati e le metodologie proposte da ARPA Lombardia per un tempo di ritorno di 100 anni è caratterizzata dai seguenti parametri:

- $a = A_1 \cdot w_T = 62,238929 \text{ mm/ora}^n$
- $n = 0,2795$
- $k = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s} = 0,00001 \text{ m/s}$

Procedendo nel calcolo attraverso il metodo delle sole piogge così come illustrato all'interno dell'allegato D del regolamento regionale n°7/2017, inserendo all'interno delle relazioni proposte la quota parte di portata infiltrata nel terreno ipotizzando una filtrazione attraverso metà della superficie laterale della trincea drenante e trascurando il contributo della superficie di base per tenere conto di eventuali depositi che potrebbero ostruire la superficie filtrante, si ricava la durata critica dell'evento meteorico:

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim} + Q_{u,inf}}{2,78 \cdot S \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} = 3,40 \text{ ore}$$

Attraverso la quale è possibile ricavare il volume massimo di invaso pari a:

$$\begin{aligned} W_{0,100} &= 10 \cdot S \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n - 3,6 \cdot (Q_{u,lim} + Q_{u,inf}) \cdot D_w = \\ &= 7,50 m^3 \end{aligned}$$

Tale valore così calcolato risulta da confrontare con il volume calcolato con TR50.

Poiché il volume $W_{0,100}$ risulta minore del requisito minimo, si adotta come valore finale per l'opera di laminazione il valore $W_{0,min}$ pari a $9,52 m^3$.

Il volume prima determinato rispetta il valore anche per TR100

ZONA BOX

- $S_1 = 96,60m^2$ alla quale è possibile attribuire un coefficiente di deflusso $\varphi_1 = 1$;
- $S_2 = 125,00m^2$ alla quale è possibile attribuire un coefficiente di deflusso $\varphi_1 = 0,7$;
- $S_{pozzo} = 7,00m^2$ alla quale è possibile attribuire un coefficiente di deflusso $\varphi_1 = 0,7$;

Considerata la superficie del primo intervento, la portata limite scaricabile nel recettore risulta u_{lim} pari a $20 \frac{l}{sha}$, dalla quale si ricava la portata massima uscente dall'opera di laminazione risulta pari a:

$$Q_{u,lim} = S_{tot} \cdot u_{lim} = 0,38 \frac{l}{s}$$

Al fine del calcolo si utilizza il coefficiente di permeabilità K riferito alla zona libera da costruzioni risulta pari a $10^{-5}m/s$ così come ipotizzabile a seguito delle indagini geologiche effettuate.

Dimensionamento con TR 50

La curva di possibilità pluviometrica valida localmente, determinata attraverso i dati e le metodologie proposte da ARPA Lombardia per un tempo di ritorno di 50 anni è caratterizzata dai seguenti parametri:

- $a = A_1 \cdot w_T = 55,543594 \frac{mm}{ora^n}$
- $n = 0,2794$
- $k = 1 \cdot 10^{-5} m/s = 0,00001 \frac{m}{s}$

Procedendo nel calcolo attraverso il metodo delle sole piogge così come illustrato all'interno dell'allegato D del regolamento regionale n°7/2017 si ricava la durata critica dell'evento meteorico:

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{2,78 \cdot S \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} = 2,91 \text{ ore}$$

Attraverso la quale è possibile ricavare il volume massimo di invaso pari a:

$$\begin{aligned} W_{0,50} &= 10 \cdot S \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n - 3,6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w = \\ &= 10,19 m^3 \end{aligned}$$

Tale valore così calcolato risulta da confrontare con i valori minimi imposti ai sensi dell'art.12 del regolamento regionale n°7/2017, che, per le Aree A identifica un volume specifico minimo pari a $800 m^3/ha$.

Calcolato il volume corrispondente al limite minimo imposto dalla normativa si determina che:

$$W_{0,min} = w_{0,min} \cdot S = 15,12m^3$$

Poiché il volume minimo risulta maggiore del valore calcolato attraverso il metodo delle sole piogge, si adotta come valore finale per l'opera di laminazione il valore $W_{0,min}$ pari a $15,12m^3$.

Ripartendo tale volume in relazione alle superfici delle coperture e dei vialetti si determinano le seguenti quantità:

$$V_{SUP.COPERTA} = 6,60m^3$$

$$V_{VIALETTI\ IN\ GHIAIA\ NON\ COLLETTATO} = 8,53m^3$$

Per lo stoccaggio del volume derivante dalle superfici collettate si ipotizza di realizzare un ipertubo avente diametro interno pari a 1 m e lunghezza pari a 10 m.

In questo modo si ottiene un volume utile pari a:

$$V_{utile} = 7,85m^3$$

Noto il volume di stoccaggio, si determini ora il tempo richiesto per lo svuotamento totale dell'opera che, ai sensi del regolamento regionale n°7/2017, dovrà risultare minore di 48h.

$$t = \frac{W_{0,min}}{3,6 \cdot (Q_{u,lim} + Q_{u,inf})} = 4,85\ ore$$

Tale valore risulta rispettare il valore imposto dal regolamento.

Verifica con TR 100

La curva di possibilità pluviometrica valida localmente, determinata attraverso i dati e le metodologie proposte da ARPA Lombardia per un tempo di ritorno di 100 anni è caratterizzata dai seguenti parametri:

- $a = A_1 \cdot w_T = 62,238929\ mm/ora^n$
- $n = 0,2795$
- $k = 1 \cdot 10^{-5}\ m/s = 0,00001\ m/s$

Procedendo nel calcolo attraverso il metodo delle sole piogge così come illustrato all'interno dell'allegato D del regolamento regionale n°7/2017, inserendo all'interno delle relazioni proposte la quota parte di portata infiltrata nel terreno ipotizzando una filtrazione attraverso metà della superficie laterale della trincea drenante e trascurando il contributo della superficie di base per tenere conto di eventuali depositi che potrebbero ostruire la superficie filtrante, si ricava la durata critica dell'evento meteorico:

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim} + Q_{u,inf}}{2,78 \cdot S \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} = 3,40ore$$

Attraverso la quale è possibile ricavare il volume massimo di invaso pari a:

$$\begin{aligned}
 W_{0,100} &= 10 \cdot S \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n - 3,6 \cdot (Q_{u,lim} + Q_{u,inf}) \cdot D_w = \\
 &= 11,93m^3
 \end{aligned}$$

Tale valore così calcolato risulta da confrontare con il volume calcolato con TR50.

Poiché il volume $W_{0,100}$ risulta minore del requisito minimo, si adotta come valore finale per l'opera di laminazione il valore $W_{0,min}$ pari a $15,12m^3$.

Il volume prima determinato rispetta il valore anche per TR100

Uso e manutenzione

MODALITA' D'USO Si dovrà verificare che le opere per la captazione, l'allontanamento delle acque all'interno di tutte le componenti dell'opera (trincee drenanti, tubazione di scarico e pozzetti d'ispezione) risultino "funzionali" e non intasate.

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

Si prescrive un controllo periodico per verificare il reale stato dell'intera opera, attraverso controlli e prove di permeabilità, da effettuarsi con frequenza semestrale e a seguito di eventi meteorici di consistente intensità.

Le verifiche dovranno comportare l'ispezione dei pozzetti di convogliamento e la condotta di allontanamento delle acque provenienti dalla trincea drenante. Si dovranno inoltre provvedere alla pulizia dell'intera condotta e dei depositi all'interno dei pozzetti. La verifica del funzionamento degli eventuali organi meccanici dovrà prevedere l'immediata sostituzione delle parti ammalorate e usurate, al fine che venga garantito l'adeguato funzionamento. Le verifiche si dovranno effettuare con frequenza semestrale e in conseguentemente ad eventi meteorici di particolare intensità.

Per tutto quanto non compiutamente descritto si rimanda alle indicazioni fornite dalla casa produttrice e dal tecnico installatore.


Castelleone, 12.06.2022

il tecnico

geom. Giovanni Capoani

ing. Paolo Gazzoli

ALLEGATO – PARAMETRI TR50



Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore
 Località: CASTELLEONE - VIALE SANTUARIO
 Coordinate:

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 27,34
 N - Coefficiente di scala 0,2794
 GEV - parametro alpha 0,2776
 GEV - parametro kappa -0,055
 GEV - parametro epsilon 0,8234

Linea segnatrice

Tempo di ritorno (anni) 50

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore] 2,91
 Precipitazione cumulata [mm] 55,5435938

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

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

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,92618	1,25744	1,48841	1,71910	2,03159	2,27648	2,53001	2,03158719
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	25,3	34,4	40,7	47,0	55,5	62,2	69,2	55,5435938
2	30,7	41,7	49,4	57,0	67,4	75,5	84,0	67,4127055
3	34,4	46,7	55,3	63,9	75,5	84,6	94,0	75,4990792
4	37,3	50,6	59,9	69,2	81,8	91,7	101,9	81,8181279
5	39,7	53,9	63,8	73,7	87,1	97,6	108,4	87,0815591
6	41,8	56,7	67,1	77,5	91,6	102,7	114,1	91,632479
7	43,6	59,2	70,1	81,0	95,7	107,2	119,1	95,6652848
8	45,3	61,5	72,8	84,0	99,3	111,3	123,7	99,3018453
9	46,8	63,5	75,2	86,8	102,6	115,0	127,8	102,624093
10	48,2	65,4	77,4	89,4	105,7	118,4	131,6	105,690019
11	49,5	67,2	79,5	91,8	108,5	121,6	135,2	108,542318
12	50,7	68,8	81,5	94,1	111,2	124,6	138,5	111,213425
13	51,8	70,4	83,3	96,2	113,7	127,4	141,6	113,728615
14	52,9	71,9	85,1	98,2	116,1	130,1	144,6	116,108001
15	54,0	73,3	86,7	100,2	118,4	132,6	147,4	118,367881
16	54,9	74,6	88,3	102,0	120,5	135,0	150,1	120,521659
17	55,9	75,9	89,8	103,7	122,6	137,4	152,7	122,580505
18	56,8	77,1	91,3	105,4	124,6	139,6	155,1	124,553838
19	57,6	78,3	92,6	107,0	126,4	141,7	157,5	126,449679
20	58,5	79,4	94,0	108,5	128,3	143,7	159,7	128,274921
21	59,3	80,5	95,3	110,0	130,0	145,7	161,9	130,035535
22	60,1	81,5	96,5	111,5	131,7	147,6	164,1	131,736728
23	60,8	82,6	97,7	112,9	133,4	149,5	166,1	133,383078
24	61,5	83,5	98,9	114,2	135,0	151,2	168,1	134,978624

ALLEGATO – PARAMETRI TR100



Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore
Località: CASTELLEONE - VIALE SANTUARIO
Coordinate: 0

Linea segnatrice
Tempo di ritorno (anni) 100

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>
A1 - Coefficiente pluviometrico orario 27,34
N - Coefficiente di scala 0,2794
GEV - parametro alpha 0,2776
GEV - parametro kappa -0,055
GEV - parametro epsilon 0,8234

Evento pluviometrico
Durata dell'evento [ore] 3,40
Precipitazione cumulata [mm] 62,2389294

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

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

Tr	2	5	10	20	50	100	200	100
wT	0,92618	1,25744	1,48841	1,71910	2,03159	2,27648	2,53001	2,27647876
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 100 anni
1	25,3	34,4	40,7	47,0	55,5	62,2	69,2	62,2389294
2	30,7	41,7	49,4	57,0	67,4	75,5	84,0	75,5387674
3	34,4	46,7	55,3	63,9	75,5	84,6	94,0	84,5998888
4	37,3	50,6	59,9	69,2	81,8	91,7	101,9	91,6806482
5	39,7	53,9	63,8	73,7	87,1	97,6	108,4	97,5785438
6	41,8	56,7	67,1	77,5	91,6	102,7	114,1	102,678041
7	43,6	59,2	70,1	81,0	95,7	107,2	119,1	107,196969
8	45,3	61,5	72,8	84,0	99,3	111,3	123,7	111,271888
9	46,8	63,5	75,2	86,8	102,6	115,0	127,8	114,994606
10	48,2	65,4	77,4	89,4	105,7	118,4	131,6	118,430105
11	49,5	67,2	79,5	91,8	108,5	121,6	135,2	121,626226
12	50,7	68,8	81,5	94,1	111,2	124,6	138,5	124,619313
13	51,8	70,4	83,3	96,2	113,7	127,4	141,6	127,437689
14	52,9	71,9	85,1	98,2	116,1	130,1	144,6	130,103891
15	54,0	73,3	86,7	100,2	118,4	132,6	147,4	132,636182
16	54,9	74,6	88,3	102,0	120,5	135,0	150,1	135,04958
17	55,9	75,9	89,8	103,7	122,6	137,4	152,7	137,356603
18	56,8	77,1	91,3	105,4	124,6	139,6	155,1	139,567806
19	57,6	78,3	92,6	107,0	126,4	141,7	157,5	141,692176
20	58,5	79,4	94,0	108,5	128,3	143,7	159,7	143,737436
21	59,3	80,5	95,3	110,0	130,0	145,7	161,9	145,710277
22	60,1	81,5	96,5	111,5	131,7	147,6	164,1	147,616536
23	60,8	82,6	97,7	112,9	133,4	149,5	166,1	149,46134
24	61,5	83,5	98,9	114,2	135,0	151,2	168,1	151,249217