



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

Finanziamento dell'Unione europea - NextGenerationEU. Intervento finanziato con l'avviso n 48038 del 02/12/2021 del PNRR Missione 4: Istruzione e Ricerca Componente 1 - Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alla università Intervento 1.2 "Piano di estensione del tempo pieno e mense".

I punti di vista e le opinioni espresse sono tuttavia solo quelli degli autori e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione europea e della Commissione europea. Né l'Unione europea né la Commissione europea possono essere ritenute responsabili per essi.



WeProject s.r.l.

Management for urban development

Via Valtellina, 6
20159 Milano
tel +39 02 48002752
mobile +39 3666274380
i.bresciani@weproject.it
www.weproject.it

P. IVA 07077100969



COMMITTENTE

COMUNE DI PALOSCO
Provincia di Bergamo

DESCRIZIONE

**REALIZZAZIONE DELLA NUOVA MENSA A SERVIZIO
DELLA SCUOLA PRIMARIA "SUOR VITAROSA ZORZA" E
DELLA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO "F.LLI
TERZI" - PALOSCO (BG)**
Progetto definitivo - esecutivo

DATA

Gennaio 2023

ALLEGATO

RI

CONTENUTO ALLEGATO

Progetto di invarianza idraulica e
idrogeologica: relazione tecnica

SCALA

RISERVATO AGLI UFFICI

IL COMMITTENTE

Comune di Palosco (BG)

I PROGETTISTI

Ing. Ilaria Bresciani

TEAM DI PROGETTAZIONE:

Ing. Matteo Bertoni

Ing. Marie Fiocco

Ing. Silvia Rossi

Ing. Zeudi Bergomi

Ing. Sergio Consolandi

Dott. Geol. Marino Motta





Dott. Geol. Marino Motta
Studio Geologia ed Ambiente
Via Quinta Q.re G.C.Abba, 23 - 25127 Brescia

PROVINCIA DI BERGAMO

COMUNE DI PALOSCO

**REALIZZAZIONE DELLA NUOVA MENSA A SERVIZIO DELLA SCUOLA PRIMARIA
"SUOR VITAROSA ZORZA" E DELLA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO "F.LLI TERZI"**

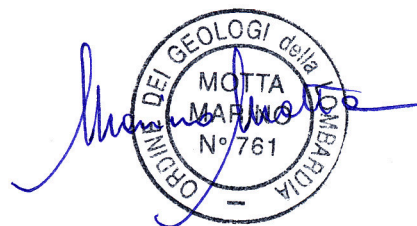


PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA: RELAZIONE TECNICA

(ai sensi degli artt. 12 comma 1 lett.a) e art.6, comma 3, lett a) del Regolamento Regionale del 23 novembre 2017 – n°7, successiva D.G.R. N°XI/1526 del 15.04.2019) e successivo Testo coordinato del Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n.7 (BURL S.O. n.51 del 21 dicembre 2019)

Il tecnico incaricato:

**Dott. Geol. Marino Motta
Ordine dei Geologi della Lombardia
iscrizione n. 761**



Brescia, 25 Gennaio 2023

SOMMARIO

1. PREMESSA

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E MORFOLOGICO

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

4. CALCOLO DELLE PRECIPITAZIONI DI PROGETTO

4.1 Introduzione

4.2 Determinazione della pioggia di progetto

4.3 Calcolo del volume minimo dei pozzi filtranti

4.4 Metodo delle sole piogge

4.5 Stima della permeabilità locale

4.6 Soluzione progettuale adottata per le aree di progetto: pozzi infiltranti

4.6.1 Dimensionamento del pozzo di infiltrazione per le aree di progetto

Soluzione 1

Soluzione 2

Soluzione 3

4.6.2 Calcolo e verifica del tempo di svuotamento delle opere di smaltimento

4.7 Piano di manutenzione degli interventi di invarianza idraulica

5. CONCLUSIONI

1. PREMESSA

Nell'ambito del progetto di realizzazione della nuova mensa a servizio della scuola primaria "Suor Vitarosa Zorza" e della scuola secondaria di I grado "F.lli Terzi", progetto a cura di WeProject S.r.l. per conto del Comune di Palosco (BG) è stata elaborata la presente relazione tecnica, ai sensi degli artt. 12 comma 1 lett.a) e 6, comma 3, lett a) del Regolamento Regionale del 23 novembre 2017 – n°7, successiva D.G.R. N°XI/1516 del 15.04.2019 e successivo Testo coordinato del Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n.7 (BURL S.O. n.51 del 21 dicembre 2019).

La presente relazione è volta a supportare con dati di carattere idraulico ed idrologico e la promulgazione del concetto di invarianza idraulica ed idrologica e delle corrispondenti opere di raccolta, convogliamento, invaso e smaltimento delle acque pluviali derivanti dalle nuove coperture di progetto relative all'intervento di realizzazione della nuova mensa scolastica.

L'intervento progettuale prevede la trasformazione del suolo in corrispondenza dell'area ove è prevista la costruzione dell'edificio a servizio degli istituti scolastici.

Si consideri che le superfici relative alla zona di progetto (inserite in territorio comunale con classe di criticità idraulica "A" nell'ambito del bacino idrografico del Fiume Oglio), non superano i limiti relativi alla classe di intervento definita "impermeabilizzazione potenziale media", con superficie compresa tra valori $> 300 \text{ mq}$ e $< 1.000 \text{ mq}$, per la quale è prevista l'applicazione del metodo di calcolo "delle sole piogge", i cui risultati vanno comunque sempre confrontati con i *requisiti minimi* di cui all'art. 12 punto 3 del Testo coordinato del Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n.7 (BURL S.O. n.51 del 21 dicembre 2019). Dalle indagini geognostiche condotte dallo scrivente nell'ambito degli adempimenti volti all'ottenimento dell'autorizzazione del medesimo intervento di nuova costruzione (relazione geologica dello scrivente denominata "RELAZIONE GEOLOGICA CON INQUADRAMENTO SISMICO") è emerso che i terreni locali ben si prestano allo smaltimento delle acque meteoriche provenienti dalle coperture di progetto per infiltrazione nel terreno (mediante realizzazione di pozzi perdenti), grazie agli alti valori di permeabilità primaria per porosità.

In definitiva quindi, in virtù della buona capacità dei suoli di smaltire le acque ed in funzione delle possibilità di smaltimento enunciate nell'art. 5 – comma 3 lett.b del suddetto RR 7/2017 e s.m.i. (con priorità di grado alto), si può applicare la casistica che prevede l'adozione di un sistema di smaltimento per infiltrazione nel suolo: nel caso specifico si adotterà uno o più pozzi disperdenti nel terreno opportunamente dimensionati per una portata in ingresso corrispondente a eventi meteorici con tempo di ritorno di 50 anni, come previsto dal regolamento regionale.

Le soluzioni progettuali, tenendo conto ed anticipando i risultati delle risultanze specifiche della presente analisi idrologica, prevedono la realizzazione di n. 1 pozzo infiltrante con la proposta di tre diversi diametri (1,0 mt – 1,5 mt e 2,0 mt), che permetteranno l'infiltrazione delle acque meteoriche provenienti dalle coperture di progetto, determinando tre diversi valori di battente idrico e di volume accumulato all'interno dell'opera pozzo. Sentito il Progettista si è scelto di ricorrere alla soluzione n.3, considerata più opportuna in funzione anche degli spazi disponibili e delle scelte tecniche relative ai materiali di previsto impiego.

Come già anticipato, la principale ragione da cui deriva l'impiego di n. 1 solo pozzo infiltrante deriva dalle risultanze dell'analisi granulometrica dei materiali costituenti il sottosuolo per la stima della permeabilità del substrato in cui sono previsti i pozzi infiltranti, che descrivono un sottosuolo caratterizzato da una ottima capacità di infiltrazione.

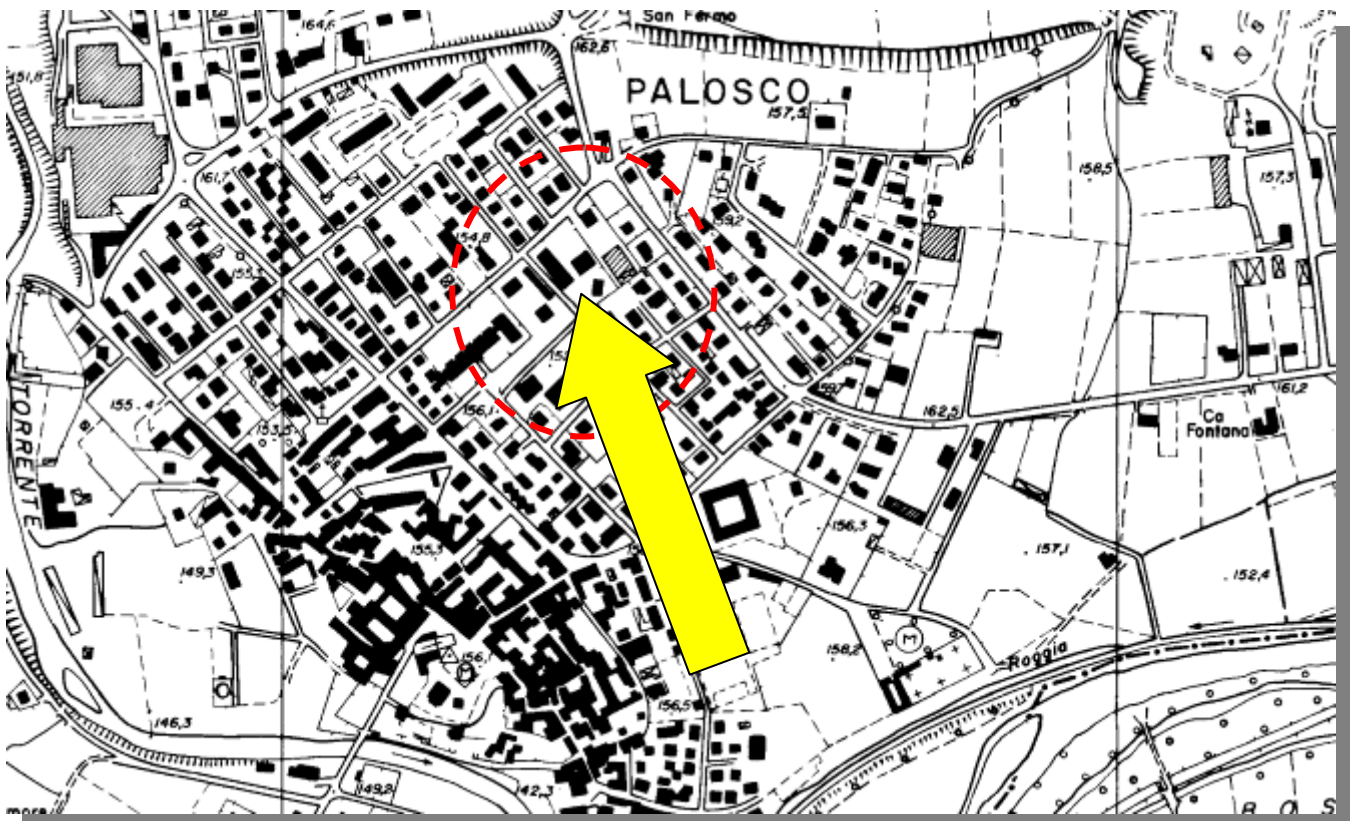
In aggiunta a quanto proposto dal punto di vista strettamente legato alle opere di invarianza idraulica ed idrologica, il Progettista ha previsto il parziale recupero ed accumulo delle acque meteoriche immediatamente a monte dell'opera di dispersione, con principale fine di riutilizzo di parte delle acque meteoriche stesse nell'ambito dei servizi igienici a corredo della struttura (acqua per impianti sanitari WC). Tale opera non interferisce con quelle progettate e dimensionate relative all'invarianza idraulica ed idrologica, in quanto dotata di sfioro collegato direttamente al pozzo disperdente.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E MORFOLOGICO

L'area in esame è ubicata nella porzione più o meno centrale del nucleo urbano, in corrispondenza della scuola primaria "Suor Vitarosa Zorza" e della scuola secondaria di I grado "F.lli Terzi".



Segue localizzazione fotografica ingresso e inquadramento cartografico (C5D5) CTR Lombardia scala 1:10.000.



3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto esaminato si sostanzia in un intervento di nuova costruzione di edificio che sarà adibito a mensa scolastica, che prevede la trasformazione di aree attualmente interessate da copertura in asfalto e, parzialmente, da prato. Si rammenta che, ai sensi dell'art. 3 punto 4. del Testo coordinato del Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n.7, *"...la riduzione della permeabilità del suolo va calcolata facendo riferimento alla permeabilità naturale originaria del sito, ovvero alla condizione preesistente all'urbanizzazione, e non alla condizione urbanistica precedente l'intervento eventualmente già alterata rispetto alla condizione naturale originaria, preesistente all'urbanizzazione, il presente regolamento si applica sia in caso di intervento su suolo libero, sia in caso di intervento su suolo già trasformato..."*

Superficie mensa scolastica

E' prevista la realizzazione di un edificio che comprenderà una copertura impermeabile piana, oltre ad una superficie perimetrale l'edificio, anch'essa impermeabile, costituita da calcestruzzo.

| | | |
|--|-----------------------------|------------------|
| <u>Conteggio delle superfici trasformate:</u> | edificio mensa: | 600 mq |
| | Pavimentazione perimetrale: | 184.08 mq |
| Totale superfici trasformate: | | 784.08 mq |

L' intervento relativo alla trasformazione del suolo avverrà in un terreno caratterizzato, al di sotto di un sottile livello di suolo argilloso con spessore pari a circa 0,3 mt, dalla presenza di terreni ghiaioso-sabbiosi sciolti con ciottoli e blocchi molto permeabili, cosicché la soluzione prevista per lo smaltimento sarà quella per infiltrazione diretta nel sottosuolo: nel caso specifico si adotterà uno o più pozzi disperdenti nel terreno opportunamente dimensionati per una portata in ingresso corrispondente a eventi meteorici con tempo di ritorno di 50 anni, come previsto dal regolamento regionale.

Ai fini quindi dell'inquadramento stratigrafico locale si faccia specifico riferimento alla relazione geologica con inquadramento sismico ed all'indagine geognostica redatta dallo scrivente, in data Dicembre 2022, finalizzata all'intervento di nuova costruzione.

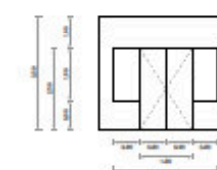
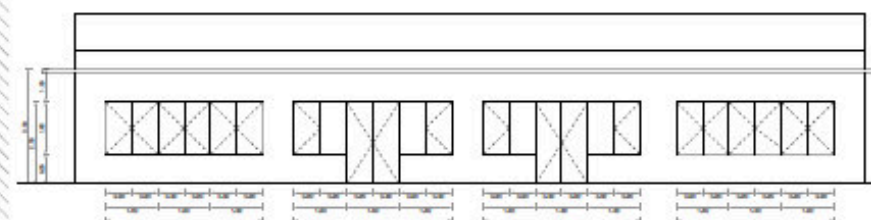
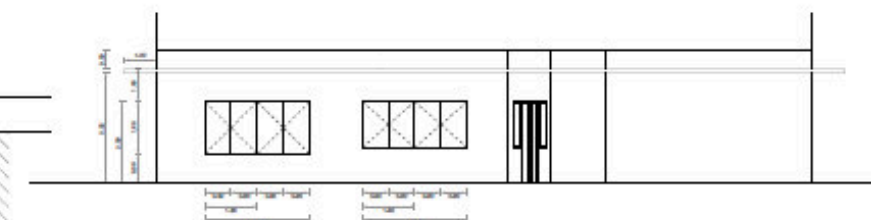
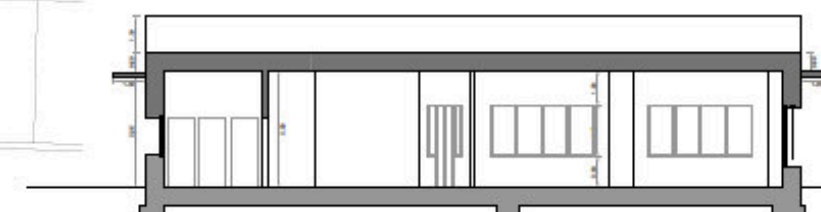
Per la superficie di progetto di prevista trasformazione sopra indicata il coefficiente di deflusso considerato (coeff. di deflusso \emptyset) è unico e corrisponde a 1, in quanto tutte le trasformazioni previste, riferite allo stato originario dei suoli, determinano una impermeabilizzazione completa delle superfici interessate.

Le superfici scolanti assommano quindi a :

- Totale superfici trasformate: 784.08 mq

Di seguito si riporta inoltre un estratto planimetrico consistente nelle previsioni progettuali (progetto di nuova costruzione) a cura di WeProject S.r.l. : in esso sono rappresentate le aree di interesse nonché la proposta progettuale esecutiva.

Via Kennedy



- Superficie pavimentazione esterna in calcestruzzo: 184,08mq
- Superficie edificio: 500 mq

| RAI | | | | | | | |
|---------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|
| loca | Sala mensa | Bagno 1 | Bagno 2 | Bagno 3 | Bagno 4 | Spogliatoio | Cucina |
| su | 382,12 | 11,40 | 3,24 | 11,40 | 4,74 | 10,82 | 36,77 |
| sa | 51,84 | 1,88 | 0,70 | 1,88 | 0,70 | 1,54 | 5,36 |
| dim. finestra | 140x80x32 250x180x4 | 120x140 | 50x140 | 120x140 | 50x140 | 110x140 | 120x140x2 80x250 |
| verifica | 0,138x0,125 | 0,147x0,125 | 0,216x0,125 | 0,147x0,125 | 0,147x0,125 | 0,154x0,125 | 0,145x0,125 |

WeProject

WeProject s.r.l.

Management for urban development

Via Valtellina, 6
20159 Milano
tel +39 02 48002752
mobile +39 3666274380
l.bresciani@weproject.it
www.weproject.it

P. IVA 07077100969



COMUNE DI PALOSCO
Provincia di Bergamo

REALIZZAZIONE DELLA NUOVA MENSA A SERVIZIO
DELLA SCUOLA PRIMARIA "SUOR VITAROSA ZORZA" E
DELLA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO "F.LLI
TERZI" - PALOSCO (BG)
Progetto definitivo - esecutivo

DATA
Dicembre 2022

TAU 4

SCALA
1:100

04

STATO DI PROGETTO
PLANIMETRIA GENERALE

ABBONATO ALLA L. 10/01/2012

S. COMMITTENTE
Comune di Palosco (BG)

PROGETTISTI
Ing. Silvia Bresciani
Ing. Matteo Bertoni
Ing. Mario Piccolo

Ing. Silvia Rossi
Ing. Zeudi Bergomi
Ing. Sergio Consolandi
Ing. Linda Parati



A NORMA DI LEGGE QUESTO DOCUMENTO E' DI PROPRIETA' ESCLUSIVA DI Weproject s.r.l.
NESSUNA SUA PARTE POTRA' ESSERE UTILIZZATA, RIPRODOTTA O CEDUTA A TERZI SENZA ESPLICITA AUTORIZZAZIONE

Relativamente a quanto previsto dall'art.12 commi 2 e 3 del Regolamento Regionale (requisiti minimi delle misure di invarianza idraulica ed idrologica), trattandosi di una impermeabilizzazione potenziale "media" in area ricadente in area a ALTA criticità idraulica (A) con coefficiente P = 1, si applica quanto previsto dall'art.12 comma 2 lett. a) del suddetto regolamento, ed in particolare:

- *"Per le aree A ad alta criticità idraulica di cui all'art.7: 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento"*

| Comune | Provincia | Criticità idraulica | Coefficiente P |
|---------|-----------|---------------------|----------------|
| PALOSCO | BG | A | 1 |

Ai fini del calcolo della superficie scolante di progetto, le superfici sopra indicate (superfici di progetto ad uguale grado di impermeabilizzazione) sono state rapportate ad un unico coefficiente di deflusso pari a 1, cosicché si verifica la condizione che il coefficiente di deflusso medio ponderale è $> 0,4$: Ai fini quindi del calcolo dei requisiti minimi di cui all'art.12 commi 2 e 3 del regolamento suddetto è stato ottenuto il seguente volume di invaso da smaltire:

$800 \text{ mc per ha di sup. scolante} * \text{Area scolante di progetto } 784,08 \text{ mq} / 10.000 \text{ mq/ha} = \mathbf{62,72 \text{ mc}}$
(**volume minimo da smaltire secondo regolamento**).

In base all'allegato C del Regolamento Regionale 23 novembre 2017 n. 7 e successivo Testo coordinato del Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n.7, il Comune di Palosco ricade nella classe di criticità idraulica A. Al fine di verificare se applicare il valore del requisito minimo sopra indicato o il valore volumetrico derivante dal calcolo secondo le modalità prescritte dalla norma (nel nostro caso secondo il metodo della METODO DELLE SOLE PIOGGE dal momento che il coefficiente di deflusso medio ponderale è pari a $1 > 0,4$) è stato redatto il calcolo, secondo la procedura descritta, di seguito riportato.

| 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 | ≤ 0,03 ha (≤ 300 mq) | qualsiasi | Requisiti minimi articolo 12 comma 1 | |
| 1 | Impermeabilizzazione potenziale bassa | da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq) | ≤ 0,4 | Requisiti minimi articolo 12 comma 2 | |
| 2 | Impermeabilizzazione potenziale media | da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq) | > 0,4 | Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G) | Requisiti minimi articolo 12 comma 2 |
| | | da > 1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq) | qualsiasi | | |
| | | da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq) | ≤ 0,4 | | |
| 3 | Impermeabilizzazione potenziale alta | da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq) | > 0,4 | Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G) | |
| | | > 10 ha (> 100.000 mq) | qualsiasi | | |

Tabella 1 tratta da Regolamento Regionale del 23 novembre 2017 – n°7,

successiva D.G.R. N°XI/1526 del 15.04.2019 e successivo Testo coordinato del Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n.7

4. CALCOLO DELLE PRECIPITAZIONI DI PROGETTO

4.1 Introduzione

Il concetto di invarianza idraulica presuppone la realizzazione, nelle aree che subiranno una perdita di permeabilità in seguito alle trasformazioni in progetto, di interventi il cui scopo è quello di mantenere invariata la portata superficiale defluente verso l'esterno. Questo risultato si può ottenere agevolando l'infiltrazione nel terreno dei volumi idrici in eccesso, rispetto alle condizioni pre-trasformazione, o laminando le portate. In quest'ultimo caso si opera praticamente realizzando vasche di accumulo temporaneo, la cui funzione è quella di trattenere l'acqua che defluisce in superficie durante gli eventi meteorici, per rilasciarla quindi gradualmente con una portata prestabilita, non superiore a quella caratteristica dell'area prima della trasformazione.

Nel caso invece di infiltrazione dei volumi idrici in eccesso, si può ricorrere, laddove la situazione stratigrafica lo permette, allo smaltimento per infiltrazione attraverso dei pozzi definiti "perdenti" o "filtranti". Si tratta di pozzi a sezione circolare in cui il fondo non è impermeabilizzato. L'acqua superficiale, durante l'evento meteorico, viene convogliata nei pozzi dove s'infiltra nel terreno. Il dimensionamento dei pozzi filtranti viene eseguito nella pratica attraverso la stima del suo volume minimo, tenendo in considerazione oltre alla portata in entrata anche quella in uscita per infiltrazione.

Le tipologie d'intervento per ottenere l'invarianza idraulica sono principalmente quattro:

1. vasche di laminazione impermeabili;
2. aree verdi ribassate;
3. trincee drenanti;
4. pozzi filtranti.

In alcuni casi, in presenza di volumi idrici da smaltire non eccessivi, si può operare in alternativa con un sovradimensionamento della rete fognaria.

Nel caso presente, vista la disponibilità di spazio e delle indagini geologiche e stratigrafiche condotte dallo scrivente sulle aree in oggetto, è stata ipotizzata una ipotesi progettuale, per lo smaltimento degli apporti idrici meteorici, di tipo unico, consistente in una soluzione che prevede lo smaltimento dei volumi idrici attraverso la realizzazione di pozzo infiltrante. Il substrato locale infatti ove sono previste le opere di infiltrazione, è costituito da depositi sciolti ghiaiosi grossolani di pianura, con soggiacenza locale della falda freatica a più di 10 mt dal locale p.c..

4.2 Determinazione della pioggia di progetto

Le curve che descrivono l'altezza delle precipitazioni (h) in funzione della loro durata (t) prendono il nome di curve segnalatrici di possibilità climatica o pluviometrica (CPP). L'equazione che collega queste due variabili può avere le seguenti forme:

a) $h \text{ (mm)} = a t^n$ (curva a 2 variabili)

b) $h \text{ (mm)} = a t / (t+b)^c$ (curva a 3 variabili)

dove

$a(\text{mm/h})$ = altezza di precipitazione per $t=1$ ora;

$b(h)$ = fattore temporale;

n, c = fattori di scala in funzione della durata dell'evento meteorico.

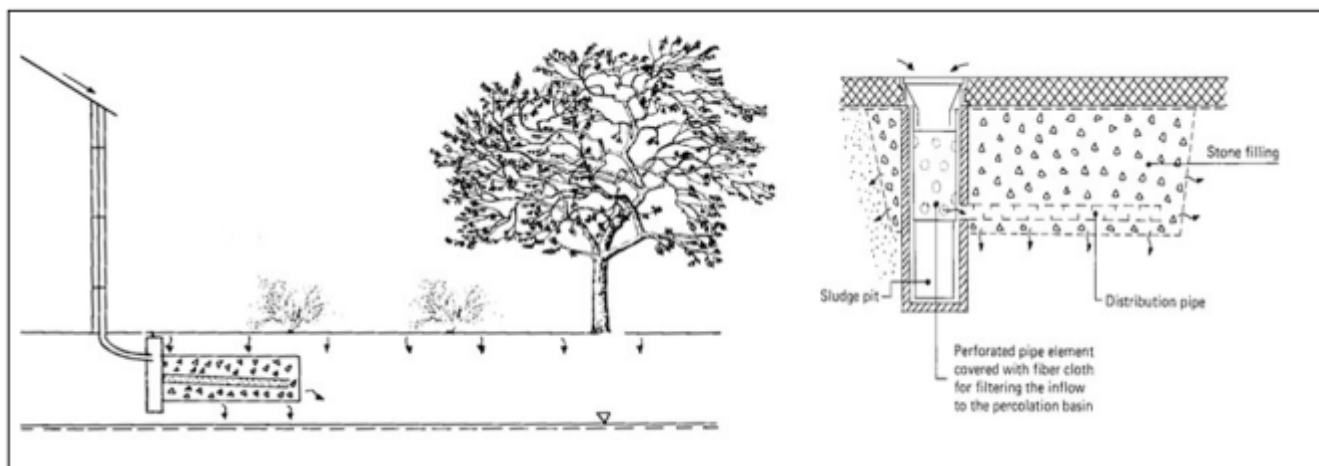
Con $c=1-n$ e $b=0$ la b) si converte nella a).

Anche per il dimensionamento dei pozzi filtranti, dove l'afflusso superficiale viene inviato direttamente ai pozzi, in assenza di vasche di accumulo, solitamente si fa riferimento a un tempo di ritorno delle piogge di 50 anni, secondo il caso della portata di afflusso variabile nel tempo.

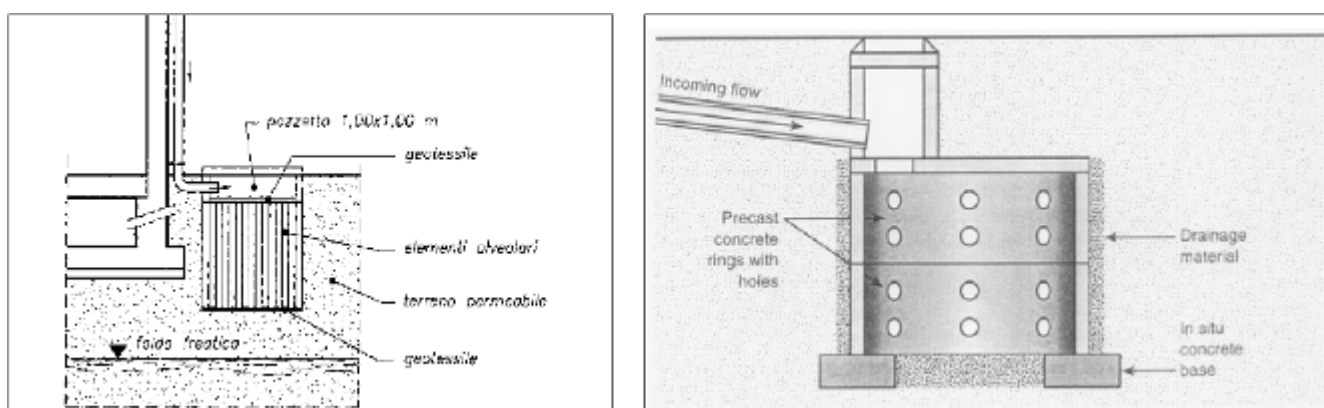
Nell'ipotesi di portata variabile nel tempo, il calcolo dell'afflusso superficiale può essere condotto con il metodo razionale, che consente di descrivere l'andamento dei volumi idrici di superficie con il tempo. Il valore della durata critica dell'evento meteorico (t_r) non è valutabile direttamente e può essere ricavato solo procedendo per tentativi, facendo variare la durata dell'evento meteorico fino a individuare il volume massimo. La durata totale della simulazione può essere posta indicativamente uguale a due volte la durata della pioggia di riferimento.

4.3 Calcolo del volume minimo dei pozzi filtranti

Il dimensionamento di pozzi filtranti consiste nella determinazione del volume minimo che devono possedere per essere in grado di smaltire le acque meteoriche. Il pozzo deve quindi consentire l'infiltrazione in profondità delle acque defluenti in superficie e permettere l'invaso dell'afflusso in eccesso fino all'esaurimento dell'evento piovoso.



Esempi costruttivi di pozzi di infiltrazione



Trascurando l'evaporazione, poco significativa durante la precipitazione meteorica, la relazione alla base del dimensionamento dei pozzi è la seguente:

$$(a) (Q_p - Q_f) \Delta t = \Delta W$$

in cui:

Q_p (mc/h) = portata dell'afflusso meteorico al tempo t ;

Q_f (mc/h) = portata che s'infiltra nel terreno al tempo t ;

Δt (h) = passo di calcolo temporale;

ΔW (mc) = volume invasato nel pozzo.

Il termine ΔW , ovviamente, tenderà a crescere fino a raggiungere un valore massimo in corrispondenza dell'esaurirsi dell'evento piovoso.

Fissato un passo temporale di calcolo Δt , il termine Q_p può essere posto costante (portata di afflusso costante) o variabile in funzione di t a seconda del metodo di calcolo degli afflussi superficiali scelto (portata di afflusso variabile). La grandezza Q_f viene fornita invece dalla relazione (Sieker, 1984):

$$(b) Q_f = \frac{k}{2} \left(\frac{L+h}{L+\frac{h}{2}} \right) A_f$$

dove:

L (m) = profondità della falda misurata dal fondo del pozzo;

h (m) = altezza della colonna d'acqua nel pozzo;

k (m/s) = permeabilità del terreno saturo;

A_f (mq) = superficie drenante = $\pi(0,5d+0,5h)^2 - \pi d^2/4$

d (m) = diametro del pozzo

Infine il termine DW si ricava con la relazione:

$$(c) \Delta W = A_p h$$

in cui:

A_p (mq) = area della sezione del pozzo = $\pi d^2/4$

Essendo l'incognita h presente nei due membri dell'equazione, la (a) va risolta con un procedimento a passi. In pratica si pone inizialmente $h=0$, cioè $Q_f=0$, e, in corrispondenza del primo passo temporale di calcolo, si risolve la (a). Il primo valore di h si ottiene quindi con la relazione:

$$h = \frac{\Delta W_1}{A_p}$$

Utilizzando il valore di h ricavato, si calcola Q_f e la s'introduce nella (c). Il nuovo valore di h , per il tempo $2\Delta t$, si ottiene risolvendo nuovamente la (a):

$$\Delta W_2 = \Delta W_1 + (Q_p - Q_f) \Delta t$$

Il procedimento deve essere ripetuto fino ad un tempo almeno uguale alla durata dell'evento meteorico, tempo in cui h assume il suo massimo valore.

4.4 Metodo delle sole piogge

Nell'applicare questo metodo si considerano trascurabili gli effetti del processo di trasformazione afflussi-deflussi. Si parte quindi dal presupposto che contemporaneamente all'inizio dell'evento meteorico si abbia la massima portata di afflusso. Nell'applicazione del metodo delle sole piogge per il dimensionamento delle vasche di laminazione si fanno solitamente due ipotesi:

1. che la precipitazione meteorica netta abbia intensità costante (ietogramma rettangolare);
2. che lo svuotamento della vasca di laminazione avvenga a portata costante ($Q_u = \text{cost}$).

Partendo da queste due ipotesi semplificatrici, all'istante t il volume accumulato nella vasca di laminazione, dato dalla differenza fra il volume idrico entrante e quello uscente, può essere descritto dalla seguente relazione:

$$(1) \quad W(mc) = caAh - Q_u t$$

in cui:

ca = coefficiente di afflusso;

A = superficie dell'area trasformata;

a = parametro a della curva di possibilità pluviometrica;

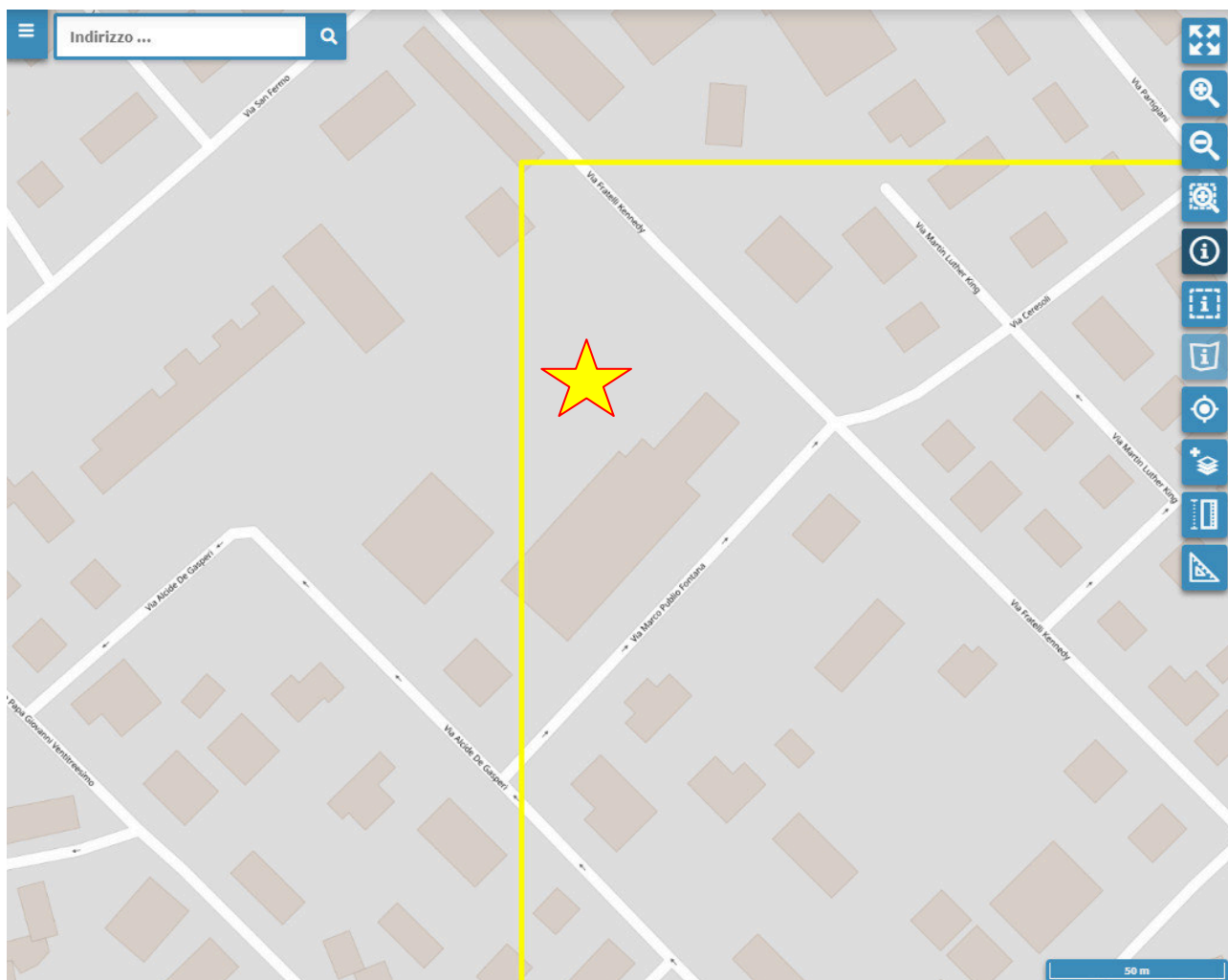
n = parametro n della curva di possibilità pluviometrica.

h = altezza pluviometrica ricavata dalla CPP

La durata di pioggia che genera un volume massimo d'invaso (t_r =durata critica) è quella per la quale la portata di afflusso Q uguaglia quella in uscita Q_u . Inserendo quindi il valore di t_r ricavato nella (1) si calcola il volume d'invaso massimo. Con riferimento quindi al sito specifico in esame (Palosco, area A, ovvero a ALTA criticità idraulica) e ai dati relativi desunti da ARPA Lombardia, si è proceduto alla determinazione dei parametri della curva segnalatrice 1-24 ore, utilizzando i corrispondenti parametri 1-24 ore sito-specifici:

Coordinate Palosco, loc. SCUOLA PRIMARIA "SUOR VITAROSA ZORZA":

X: 565307.8494882883 Y: 5048548.121727264



| Parametri LSPP 1-24 ore | |
|--|---------|
| A1 – Coefficiente pluviometrico orario | 29.16 |
| N – Coefficiente di scala | 0,2834 |
| GEV – parametro alpha | 0,2901 |
| GEV – parametro kappa | -0,0186 |
| GEV – parametro epsilon | 0,8268 |

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: *Comune di Palosco*

Coordinate:

Linea segnatrice

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

Tempo di ritorno (anni) **50**

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 29.16

N - Coefficiente di scala 0.2834

GEV - parametro alpha 0.2901

GEV - parametro kappa -0.0186

GEV - parametro epsilon 0.8268

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

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

Bibliografia ARPA Lombardia:

<http://idro.arpalombardia.it/manual/ispp.pdf>

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

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

| Tr | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 200 | 50 |
|--------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------------|
| wT | 0.93349 | 1.26806 | 1.49349 | 1.71270 | 2.00084 | 2.22006 | 2.44133 | 2.00084074 |
| 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 | 27.2 | 37.0 | 43.6 | 49.9 | 58.3 | 64.7 | 71.2 | 58.344516 |
| 2 | 33.1 | 45.0 | 53.0 | 60.8 | 71.0 | 78.8 | 86.6 | 71.0087622 |
| 3 | 37.2 | 50.5 | 59.5 | 68.2 | 79.7 | 88.4 | 97.2 | 79.6555802 |
| 4 | 40.3 | 54.8 | 64.5 | 74.0 | 86.4 | 95.9 | 105.4 | 86.4219066 |
| 5 | 43.0 | 58.3 | 68.7 | 78.8 | 92.1 | 102.2 | 112.3 | 92.0636397 |
| 6 | 45.2 | 61.4 | 72.4 | 83.0 | 96.9 | 107.6 | 118.3 | 96.9456007 |
| 7 | 47.2 | 64.2 | 75.6 | 86.7 | 101.3 | 112.4 | 123.6 | 101.274668 |
| 8 | 49.1 | 66.7 | 78.5 | 90.0 | 105.2 | 116.7 | 128.3 | 105.180624 |
| 9 | 50.7 | 68.9 | 81.2 | 93.1 | 108.8 | 120.7 | 132.7 | 108.750777 |
| 10 | 52.3 | 71.0 | 83.6 | 95.9 | 112.0 | 124.3 | 136.7 | 112.046951 |
| 11 | 53.7 | 73.0 | 85.9 | 98.5 | 115.1 | 127.7 | 140.5 | 115.114685 |
| 12 | 55.0 | 74.8 | 88.1 | 101.0 | 118.0 | 130.9 | 144.0 | 117.988589 |
| 13 | 56.3 | 76.5 | 90.1 | 103.3 | 120.7 | 133.9 | 147.3 | 120.695642 |
| 14 | 57.5 | 78.1 | 92.0 | 105.5 | 123.3 | 136.8 | 150.4 | 123.257322 |
| 15 | 58.6 | 79.7 | 93.8 | 107.6 | 125.7 | 139.5 | 153.4 | 125.691036 |
| 16 | 59.7 | 81.1 | 95.6 | 109.6 | 128.0 | 142.0 | 156.2 | 128.011104 |
| 17 | 60.8 | 82.5 | 97.2 | 111.5 | 130.2 | 144.5 | 158.9 | 130.229468 |
| 18 | 61.8 | 83.9 | 98.8 | 113.3 | 132.4 | 146.9 | 161.5 | 132.356194 |
| 19 | 62.7 | 85.2 | 100.3 | 115.0 | 134.4 | 149.1 | 164.0 | 134.399859 |
| 20 | 63.6 | 86.4 | 101.8 | 116.7 | 136.4 | 151.3 | 166.4 | 136.367834 |
| 21 | 64.5 | 87.6 | 103.2 | 118.4 | 138.3 | 153.4 | 168.7 | 138.266506 |
| 22 | 65.4 | 88.8 | 104.6 | 119.9 | 140.1 | 155.5 | 170.9 | 140.10145 |
| 23 | 66.2 | 89.9 | 105.9 | 121.4 | 141.9 | 157.4 | 173.1 | 141.87756 |
| 24 | 67.0 | 91.0 | 107.2 | 122.9 | 143.6 | 159.3 | 175.2 | 143.599163 |

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

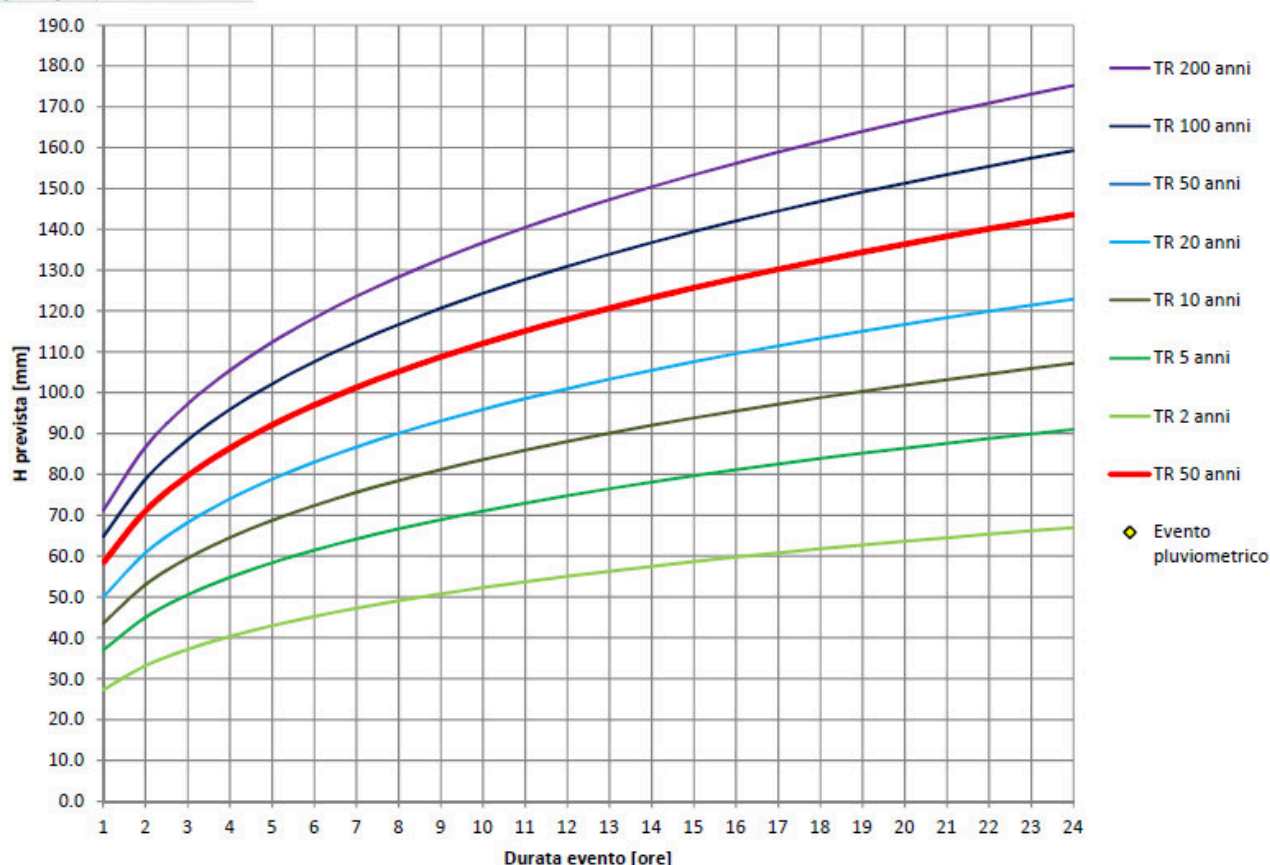


Grafico delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica e di quella con tempo di ritorno di 50 anni (in rosso)

Le curve che descrivono l'altezza delle precipitazioni (h) in funzione della loro durata (t) prendono il nome di *curve segnalatrici di possibilità climatica o pluviometrica (LSPP)*. L'equazione che collega queste due variabili ha la seguente forma:

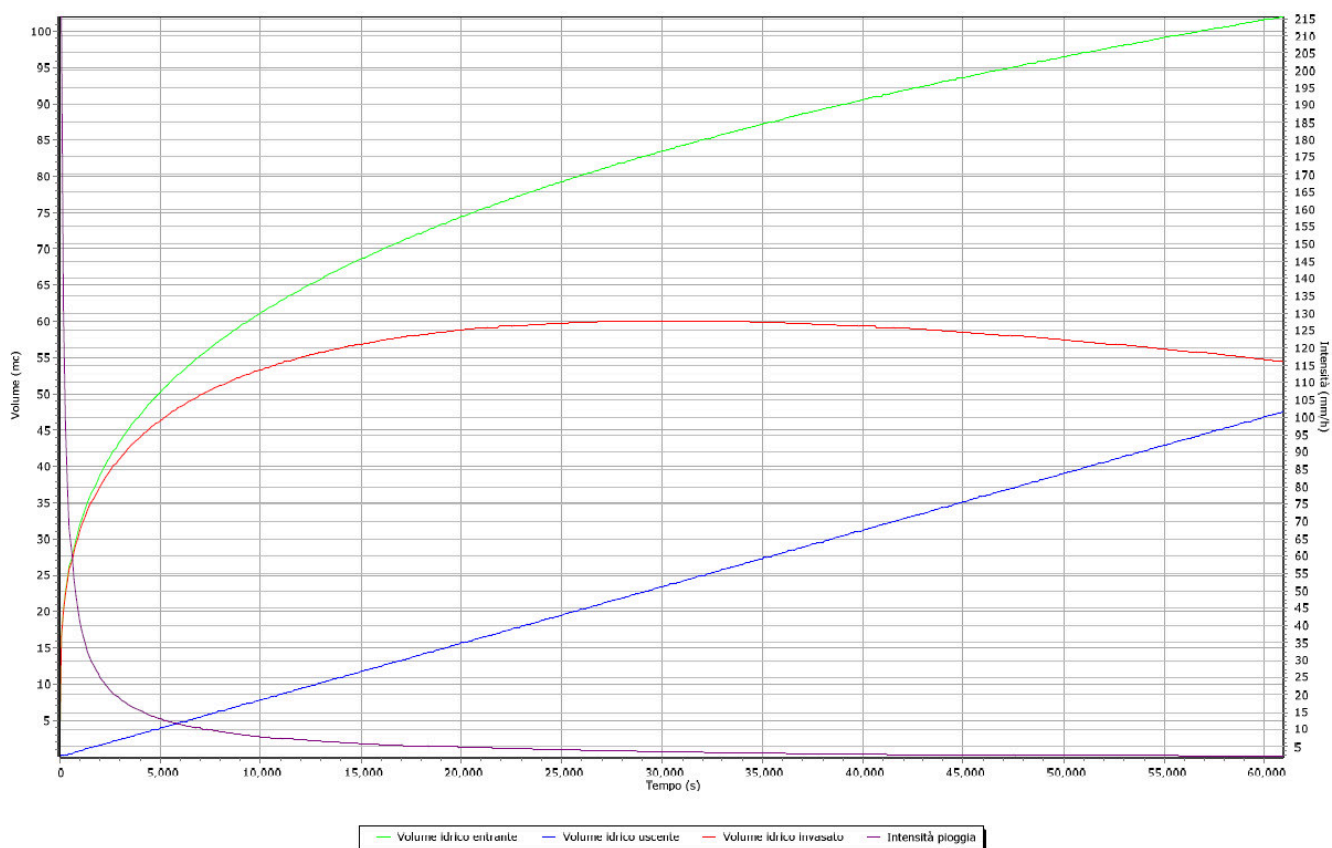
$$h \text{ (mm)} = a t^n = a_1 w_T t^n$$

dove a_1 = altezza di precipitazione con $t=1$ ora e tempo di ritorno $T=1$ anno;
 w_T = fattore di frequenza in funzione del tempo di ritorno T scelto;
 n = fattore di scala in funzione della durata dell'evento meteorico.

Nel caso in esame il coefficiente pluviometrico orario (A_1) è pari a 29.16 che moltiplicato per in fattore di frequenza in funzione del tempo di ritorno di 50 anni pari a 2,00084 permette di ottenere una altezza di precipitazione con tempo di ritorno di 50 anni pari a 58,344516 mm.

Calcolo del volume massimo di invaso (metodo delle sole piogge)

Dal calcolo del volume massimo di invaso con il metodo delle sole piogge (vedi art. 11 ed All. G del Regolamento Regionale del 23 novembre 2017 – n°7 (Regione Lombardia) e successiva D.G.R. N°XI/1516 del 15.04.2019 si ricaverebbe un valore pari a **60,031 mc**. Si riporta di seguito il grafico tempo/volume per le superfici considerate (superfici totalmente impermeabili):



*In verde il volume idrico entrante, in blu il volume idrico uscente,
in rosso il volume invaso ed in violetto l'intensità di pioggia*

Tabella di calcolo con il Metodo delle sole piogge

| N. | A (mq) | Ca1 | Ca2 | Qu (mc/s) | u (mc/ha*s) | Tr (s) | Vtot (mc) | Vsp (mc/ha) |
|------|--------|-----|-----|-----------|-------------|-----------|-----------|-------------|
| 1 | 784.08 | 0 | 1 | 0.00078 | 0.01 | 30399.953 | 60.031 | 765.6287 |
| Tot. | 784.08 | | | | | | 60.03 | |

LEGENDA: A=estensione dell'area trasformata; ca1=coefficiente di afflusso prima della trasformazione; ca2=coefficiente di afflusso dopo la trasformazione; Qu=portata in uscita dal tubo di scarico; Q1=portata di afflusso prima della trasformazione; Q2=portata di afflusso dopo la trasformazione; u=coefficiente idrometrico; tr=durata di pioggia critica; Vtot = volume da invasare; Vsp=volume specifico.

Come sopra evidenziato, il risultato relativo al volume massimo di invaso calcolato previsto per la zona in esame pari a 60,03 mc risulta minore del valore minimo previsto dall'art.12 commi 2 e 3 del Regolamento Regionale pari a 62,72 mc (requisiti minimi delle misure di invarianza idraulica ed idrologica), cosicché è obbligatorio far riferimento al volume corrispondente al valore del requisito minimo da smaltire secondo regolamento, in questo caso pari a 62,72 mc.

Nel calcolo della durata critica T_r (durata della pioggia che genera il volume massimo d'invaso) è stato ottenuto un valore pari a 30.400 sec, pari a 8,44 ore.

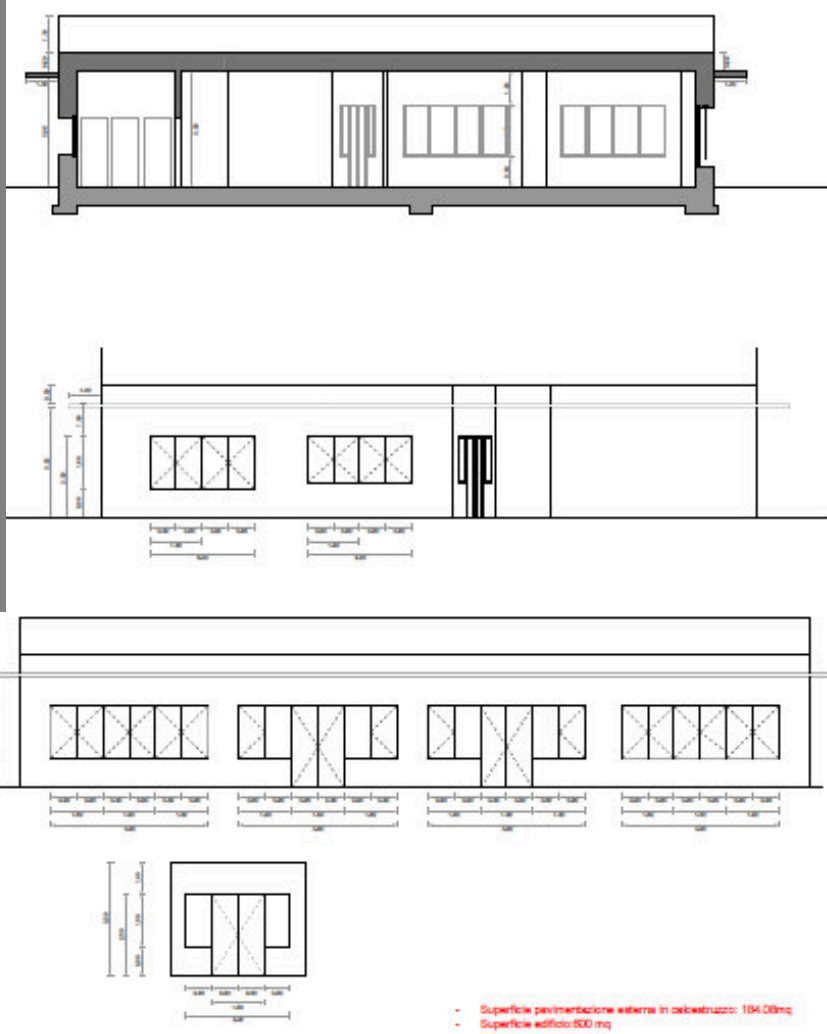
4.5 Stima della permeabilità locale

Le modifiche introdotte al regolamento, introdotte appunto dalla Deliberazione regionale N° XI / 1516 del 15/04/2019, ed in particolare le previsioni di cui all'art. 1 della deliberazione, prevedono che "...lo smaltimento dei volumi invasati deve avvenire mediante infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, compatibilmente con le caratteristiche pedologiche del suolo e idrogeologiche del sottosuolo, che, in funzione dell'importanza dell'intervento, possono essere verificate con indagini geologiche ed idrogeologiche sito specifiche...".

Per quanto riguarda questo aspetto, si è fatto quindi riferimento alle indagini geologiche e stratigrafiche sito-specifiche realizzate in occasione della redazione della "RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA CON INQUADRAMENTO SISMICO" redatta dallo scrivente a supporto della pratica riferita al medesimo edificio di progetto.

Le risultanze delle prove penetrometriche, degli scavi esplorativi, unitamente ai dati sismici elaborati a partire dalla indagine di sismica passiva confermano la natura del sottosuolo locale e permettono di descrivere il modello geologico ove è previsto lo smaltimento per infiltrazione: questo è descrivibile come rappresentato appunto da un substrato superficiale composto da una sottile coltre di suolo argilloso, da un successivo livello ghiaioso-sabbioso con ciottoli e blocchi (alluvioni fluvioglaciali ed alluvionali) con ottima permeabilità sino ad oltre le profondità investigate.

Dal punto di vista della possibilità di smaltimento delle acque di infiltrazione ed al netto dello strato di suolo argilloso dello spessore di circa 0,3 mt, il sottosuolo locale si presta come strato di infiltrazione delle acque meteoriche ed a questo, in termini anche di profondità dal p.c., va fatto riferimento per il dimensionamento e lo sviluppo delle strutture disperdenti (pozzi disperdenti per infiltrazione).



- Superficie pavimentazione esterna in calcestruzzo: 194,08mq
- Superficie edifici: 900 mq

| RAI | | | | | | | |
|---------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|
| locale | Area m ² | Bagno 1 | Bagno 2 | Bagno 3 | Bagno 4 | Spogliatoio | Cucina |
| cu | 352,12 | 11,40 | 3,24 | 11,40 | 4,74 | 10,82 | 36,77 |
| sa | 51,84 | 1,88 | 0,70 | 1,88 | 0,70 | 1,54 | 5,36 |
| dim. finestra | 140x50x32 250x180x4 | 120x140 | 50x140 | 120x140 | 50x140 | 110x140 | 120x140x2 80x250 |
| verifica | 0,125x0,125 | 0,147x0,125 | 0,216x0,125 | 0,147x0,125 | 0,147x0,125 | 0,154x0,125 | 0,145x0,125 |

LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

PEN: PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
SCAV: SCAVO ESPLORATIVO
SISM: INDAGINE SISMICA A STAZIONE SINGOLA

WeProject
WeProject s.r.l.
Management for urban development

Via Valtellina, 6
20155 Milano
tel +39 02 48002752
mobile +39 3666274360
Libreciani@weproject.it
www.weproject.it

P. IVA 07077100969

COMUNE DI PALOSCO
Provincia di Bergamo

REALIZZAZIONE DELLA NUOVA MENSA A SERVIZIO DELLA SCUOLA PRIMARIA "SUOR VITAROSA ZORZA" E DELLA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO "F.LLI TERZI" - PALOSCO (BG)
Progetto definitivo - esecutivo

04
STATO DI PROGETTO
PLANIMETRIA GENERALE

Ing. Silvia Rosati
Ing. Zeudi Bergomi
Ing. Sergio Consolandi
Ing. Linde Parati



A NORMA DI LEGGE QUESTO DOCUMENTO E' DI PROPRIETA' ESCLUSIVA DI WEPROJECT S.R.L.
NESSUNA SUA PARTE POTRA' ESSERE UTILIZZATA, RIPRODOTTA O CEDUTA A TERZI SENZA ESPlicita AUTORIZZAZIONE



Scavo esplorativo 1 (SCAV 1)

Stratigrafia in corrispondenza di SCAV 1:

- | | |
|----------------------|--|
| -p.c. / -0,30 mt: | suolo argilloso bruno |
| -0,30 mt / -1,50 mt: | ghiaie sabbiose poligeniche con ciottoli e blocchi |



Scavo esplorativo 1: granulometria delle sabbie ghiaiose poligeniche campionate

Per il dimensionamento delle opere di infiltrazione è stato stimato quindi un coefficiente di permeabilità locale, riferito al substrato ghiaioso ciottoloso-sabbioso locale pari a **$K = 1,246 \cdot 10^{-2} \text{ m/sec}$ (coefficiente di permeabilità calcolato con il metodo di Zamarin)**. Il valore stimato è del tutto compatibile con il tipo di terreno presente in loco (a partire dai -0,5 mt dal p.c.).

Per la stima del coefficiente di permeabilità locale derivante dall'applicazione del Metodo di Zamarin a partire dall'analisi granulometrica del campione di ghiaie locali si faccia riferimento alla relazione geologica allegata al progetto esecutivo, anch'essa redatta dallo scrivente.

4.6 Soluzione progettuale adottata per le aree di progetto: pozzi infiltranti

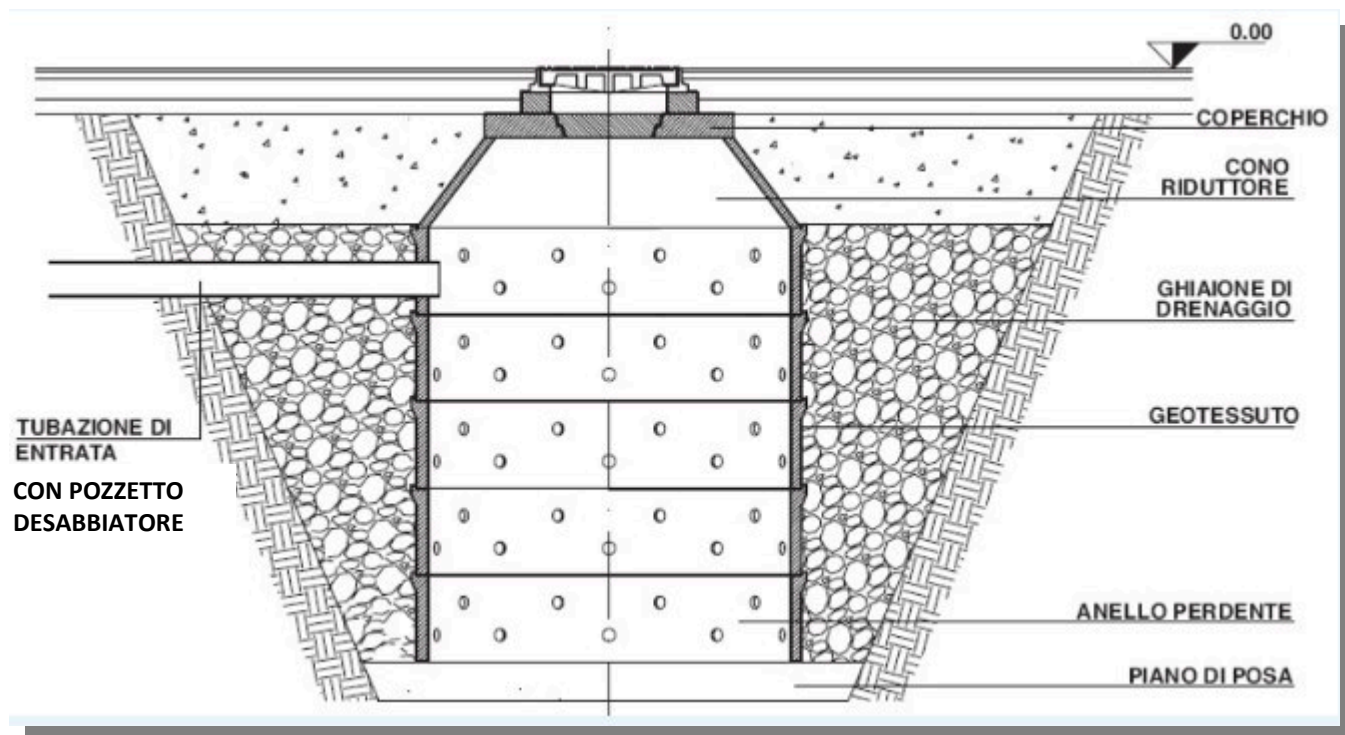
Per quanto riguarda la soluzione progettuale prevista nel caso in esame, si è scelto di ricorrere ad un sistema di scarico negli strati superficiali del sottosuolo e non in un ricettore, quindi una soluzione con pozzo di infiltrazione, disponendo di condizioni e di spazi opportuni al limitare delle opere di progetto, con successivo disperdimento nel sottosuolo (infiltrazione nelle ghiaie grossolane sottostanti a partire da -0,5 mt dal p.c.)

Come già detto, le condizioni stratigrafiche locali permettono lo smaltimento per infiltrazione, in quanto il modello stratigrafico locale è descritto dalla presenza, a partire da -0,3 / 0,5 mt dal p.c. di un livello di ghiaie sabbiose ciottolose con blocchi di origine fluvioglaciale molto permeabili. Tale livello è stato raggiunto in occasione dell'indagine geognostica realizzata dallo scrivente (scavo n.1 e prova penetrometrica n.1). Dalle notizie bibliografiche desunte dalla componente geologica allegata al PGT comunale, la falda freatica locale soggia a non meno di 10 mt dal p.c..

La scelta progettuale è quindi dettata dal fatto che le caratteristiche litostratigrafiche locali descrivono un substrato adatto all'infiltrazione con pozzi perdenti o infiltranti.

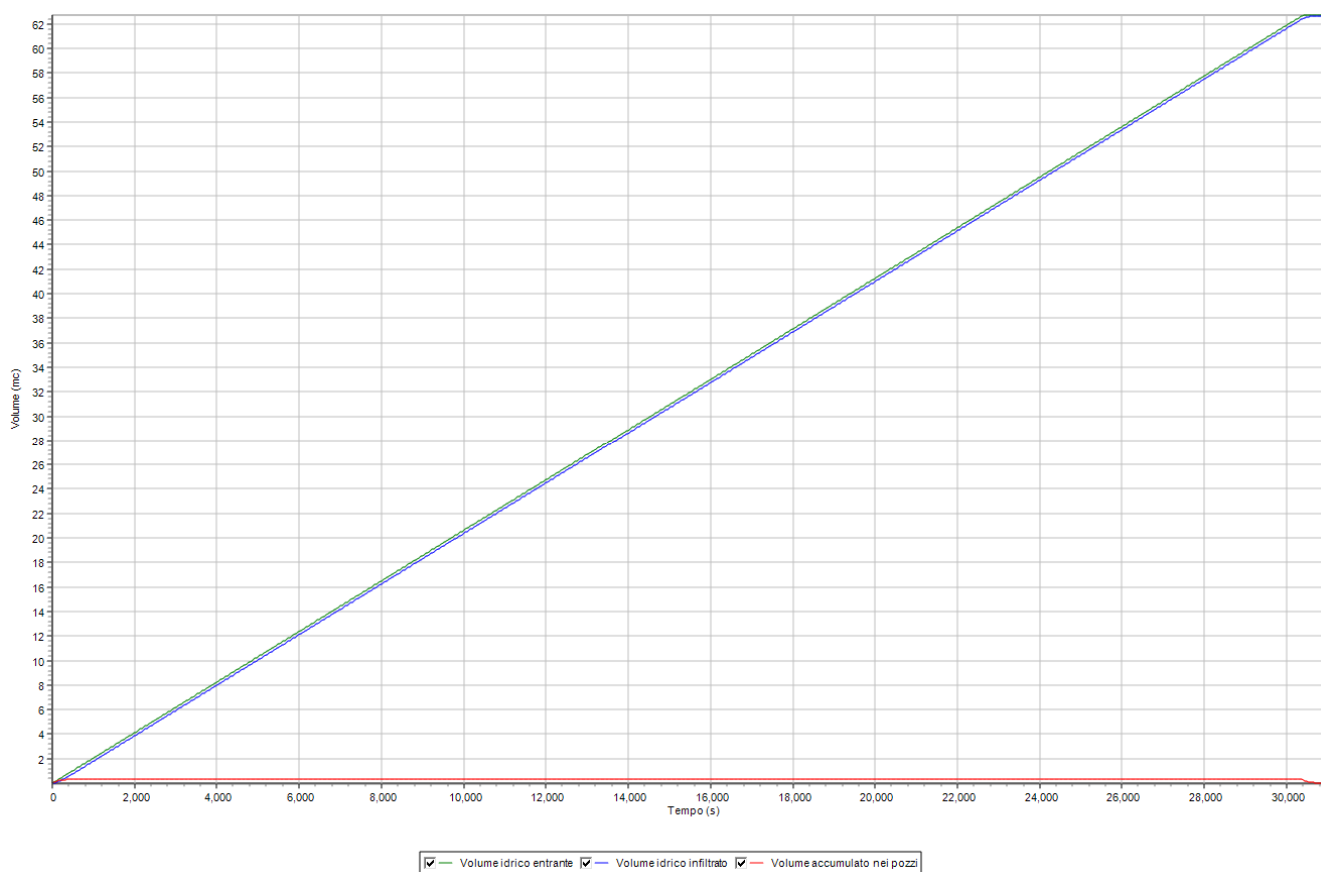
4.6.1 Dimensionamento del pozzo di infiltrazione per le aree di progetto

Prendendo come spunto dei dati tecnici di una ditta produttrice di manufatti per la subirrigazione con pozzi filtranti si riporta di seguito un esempio grafico di pozzo filtrante in commercio, potenzialmente da realizzarsi, nel numero e dimensioni di seguito indicate.



Soluzione 1

Nel calcolo sopra riportato è stato ipotizzato n.1 pozzo di diametro pari a 2,0 mt che, nell'ambito dell'evento piovoso calcolato porterà all'accumulo nel pozzo di un volume complessivo di 0.32 mc, con un battente d'acqua massimo interno al pozzo pari a 0.1 mt, che saranno smaltiti in un tempo massimo di circa 1.090 sec (0,303 h) (tempo di svuotamento). Tale andamento è indicato nel grafico seguente. In verde il volume di acqua entrante (valore calcolato, a partire dall'inizio della precipitazione), in blu il volume di acqua infiltrato nei pozzi, in rosso il volume di acqua accumulato nel pozzo.



Di seguito l'output di calcolo del programma utilizzato per il dimensionamento della soluzione 1:

Tabella di calcolo con dimensionamento del pozzo di infiltrazione

| N. | A (mq) | Dp (m) | K (m/s) | N. pozzi | Q (mc/s) | Qu (mc/s) | Falda (m) | Durata (s) | H(m) | W (mc) |
|------|--------|--------|----------|----------|----------|-----------|-----------|------------|------|--------|
| 1 | 784.08 | 2.0 | 1.246e-2 | 1 | 0.002063 | 0 | 10 | 30400 | 0.1 | 0.32 |
| Tot. | 784.08 | | | | | | | | | 0.32 |

LEGENDA: A=estensione dell'area trasformata; ca1=coefficiente di afflusso prima della trasformazione; ca2=coefficiente di afflusso dopo la trasformazione; Qu=portata in uscita dal tubo di scarico; Q1=portata di afflusso prima della trasformazione; Q2=portata di afflusso dopo la trasformazione; u=coefficiente udometrico; tr=durata di pioggia critica; Vtot = volume da invasare; Vsp=volume specifico.

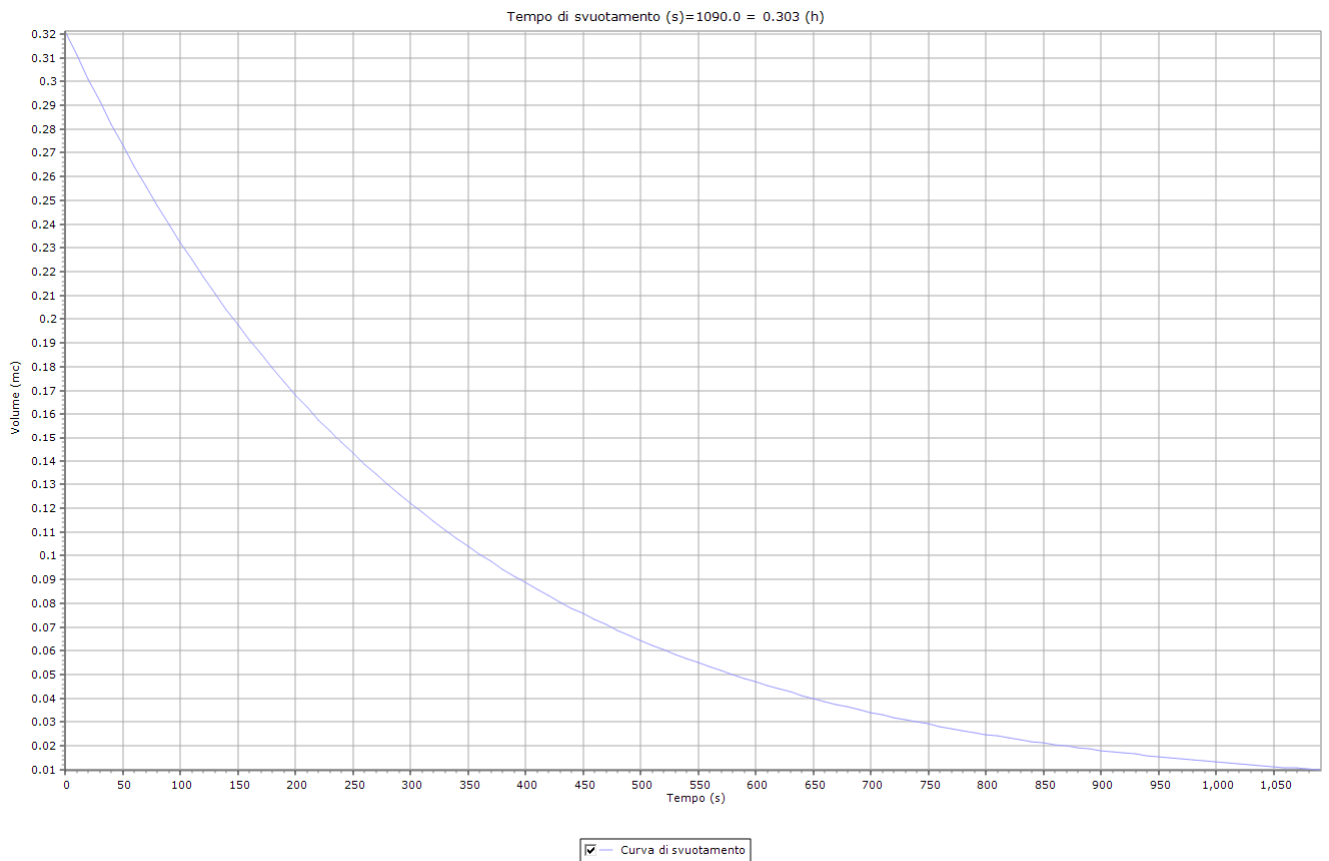


grafico del tempo di svuotamento dell'opera infiltrante (soluzione 1): 1.090 secondi o 0,303 h

Riassumendo, seguono i dati del dimensionamento del sistema filtrante nella soluzione 1.

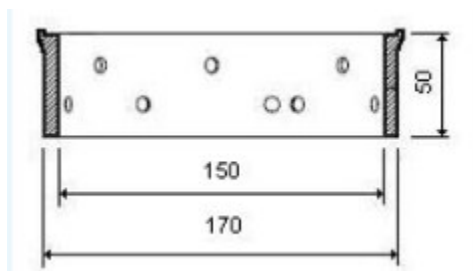
Tipo di sistema: pozzo filtrante

N° di pozzi: 1

Diametro pozzo: 2,0 mt

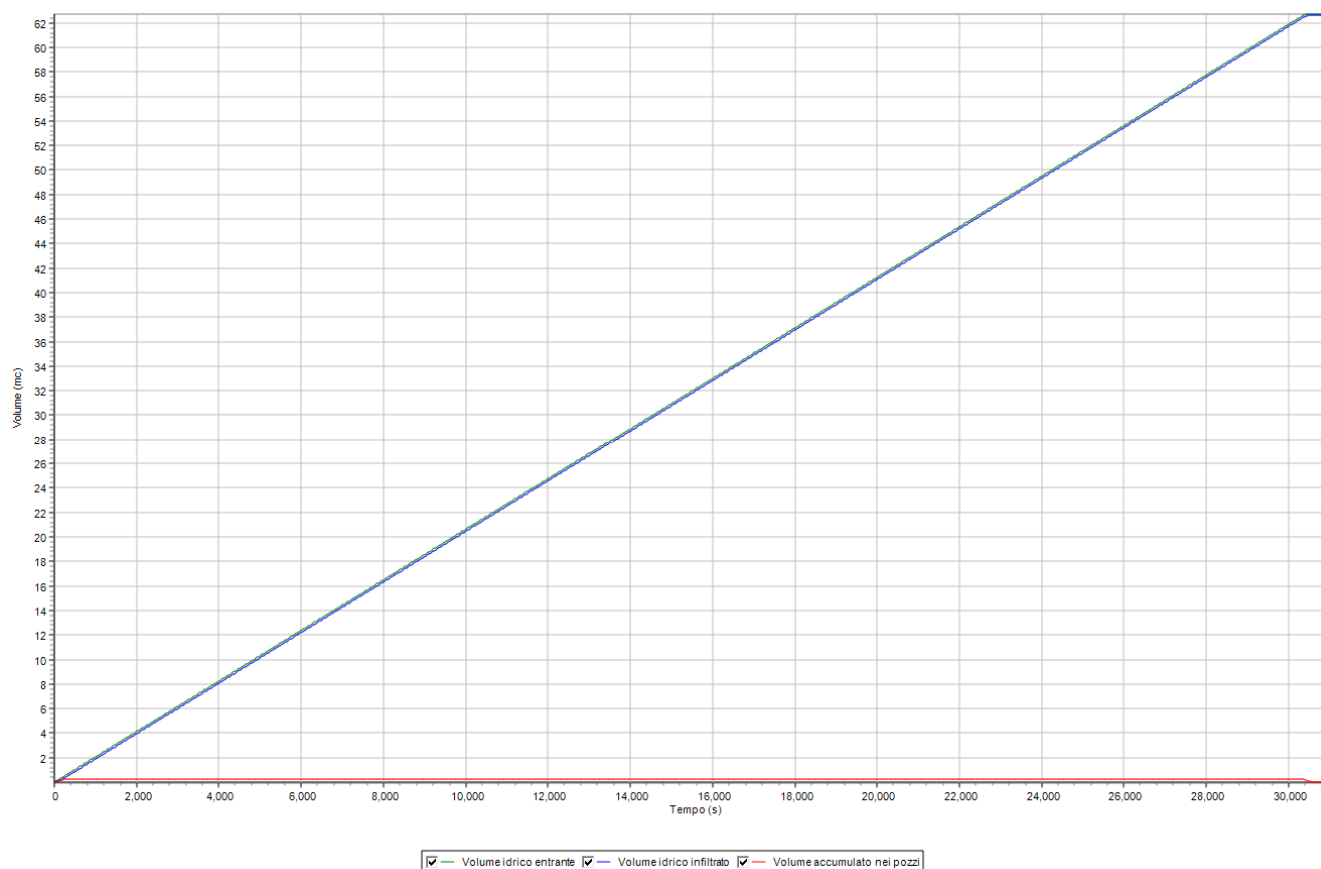
Livello massimo d'acqua nel pozzo: 0,10 mt

Altezza minima tratto filtrante del pozzo: 1 anello forato da 0,5 mt



Soluzione 2

Nel calcolo sopra riportato è stato ipotizzato n.1 pozzo di diametro pari a 1,5 mt che, nell'ambito dell'evento piovoso calcolato porterà all'accumulo nel pozzo di un volume complessivo di 0.24 mc, con un battente d'acqua massimo interno al pozzo pari a 0.13 mt, che saranno smaltiti in un tempo massimo di circa 740 sec (0,206 h) (tempo di svuotamento). Tale andamento è indicato nel grafico seguente. In verde il volume di acqua entrante (valore calcolato, a partire dall'inizio della precipitazione), in blu il volume di acqua infiltrato nei pozzi, in rosso il volume di acqua accumulato nel pozzo.



Di seguito l'output di calcolo del programma utilizzato per il dimensionamento della soluzione 2:

Tabella di calcolo con dimensionamento del pozzo di infiltrazione

| N. | A (mq) | Dp (m) | K (m/s) | N. pozzi | Q (mc/s) | Qu (mc/s) | Falda (m) | Durata (s) | H(m) | W (mc) |
|------|--------|--------|----------|----------|----------|-----------|-----------|------------|------|--------|
| 1 | 784.08 | 1.5 | 1.246e-2 | 1 | 0.002063 | 0 | 10 | 30400 | 0.13 | 0.24 |
| Tot. | 784.08 | | | | | | | | | 0.24 |

LEGENDA: A=estensione dell'area trasformata; ca1=coefficiente di afflusso prima della trasformazione; ca2=coefficiente di afflusso dopo la trasformazione; Qu=portata in uscita dal tubo di scarico; Q1=portata di afflusso prima della trasformazione; Q2=portata di afflusso dopo la trasformazione; u=coefficiente idrometrico; tr=durata di pioggia critica; Vtot = volume da invasare; Vsp=volume specifico.

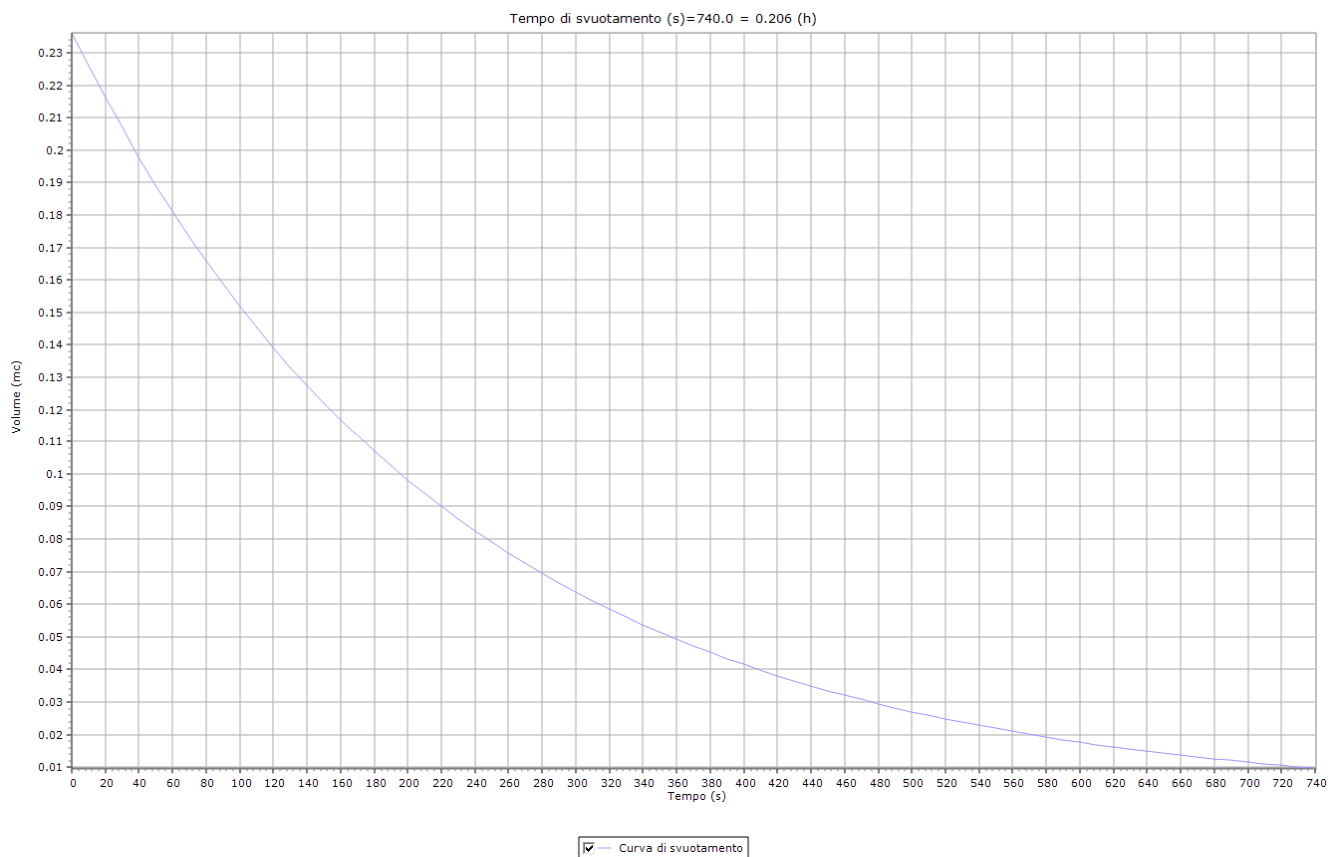


grafico del tempo di svuotamento dell'opera infiltrante (soluzione 2): 740 secondi o 0,206 h

Riassumendo, seguono i dati del dimensionamento del sistema filtrante nella soluzione 2.

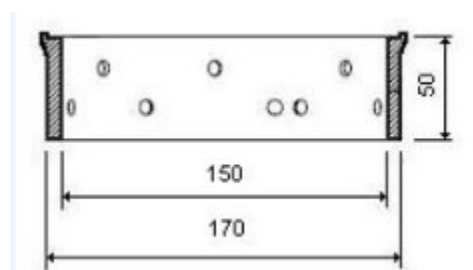
Tipo di sistema: pozzo filtrante

N° di pozzi: 1

Diametro pozzo: 1,5 mt

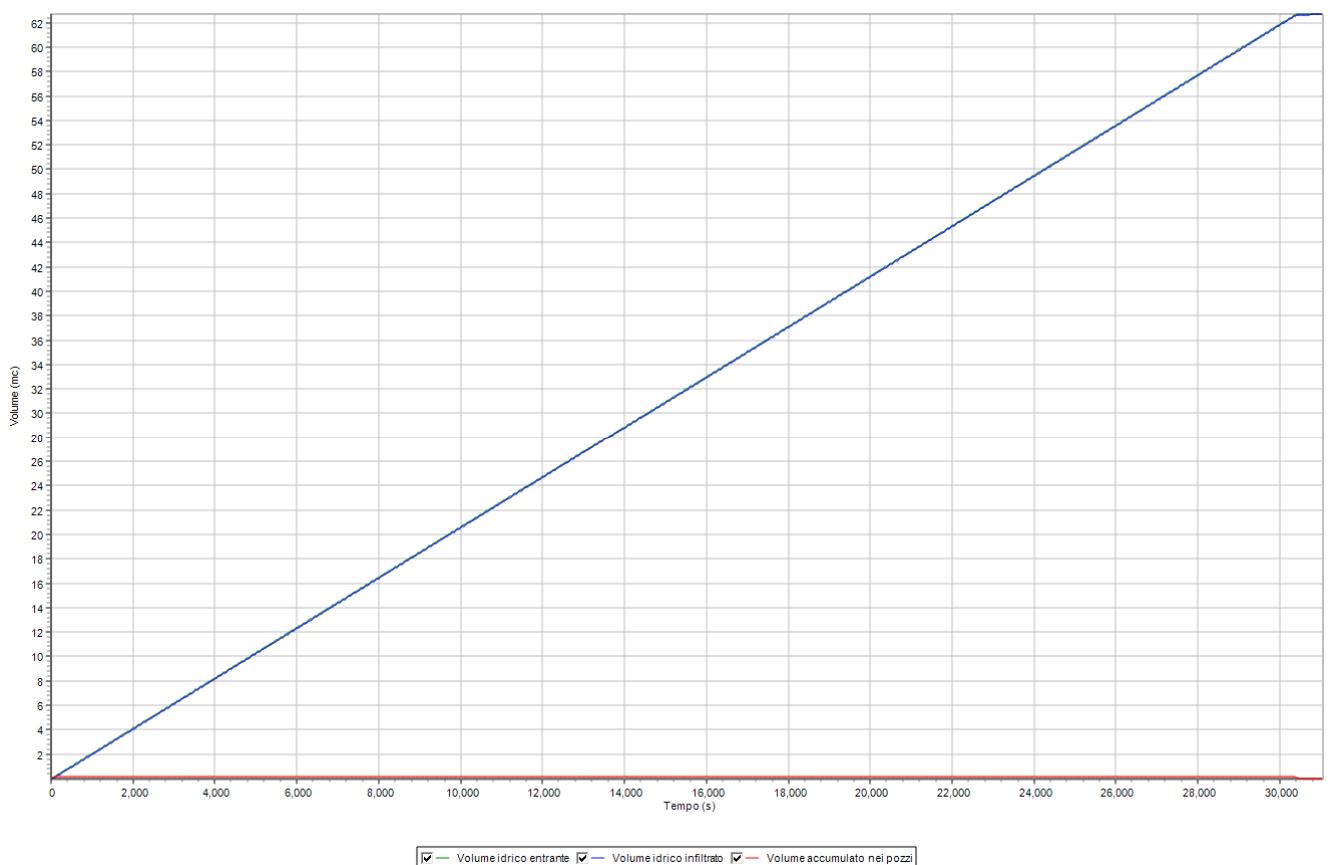
Livello massimo d'acqua nel pozzo: 0,13 mt

Altezza minima tratto filtrante del pozzo: 1 anello forato da 0,5 mt



Soluzione 3

Nel calcolo sopra riportato è stato ipotizzato n.1 pozzo di diametro pari a 1,0 mt che, nell'ambito dell'evento piovoso calcolato porterà all'accumulo nel pozzo di un volume complessivo di 0.15 mc, con un battente d'acqua massimo interno al pozzo pari a 0.19 mt, che saranno smaltiti in un tempo massimo di circa 1.090 sec (0,303 h) (tempo di svuotamento). Tale andamento è indicato nel grafico seguente. In verde il volume di acqua entrante (valore calcolato, a partire dall'inizio della precipitazione), in blu il volume di acqua infiltrato nei pozzi, in rosso il volume di acqua accumulato nel pozzo.



Di seguito l'output di calcolo del programma utilizzato per il dimensionamento della soluzione 2:

Tabella di calcolo con dimensionamento del pozzo di infiltrazione

| N. | A (mq) | Dp (m) | K (m/s) | N. pozzi | Q (mc/s) | Qu (mc/s) | Falda (m) | Durata (s) | H(m) | W (mc) |
|------|--------|--------|----------|----------|----------|-----------|-----------|------------|------|--------|
| 1 | 784.08 | 1.0 | 1.246e-2 | 1 | 0.002063 | 0 | 10 | 30400 | 0.19 | 0.15 |
| Tot. | 784.08 | | | | | | | | | 0.15 |

LEGENDA: A=estensione dell'area trasformata; ca1=coefficiente di afflusso prima della trasformazione; ca2=coefficiente di afflusso dopo la trasformazione; Qu=portata in uscita dal tubo di scarico; Q1=portata di afflusso prima della trasformazione; Q2=portata di afflusso dopo la trasformazione; u=coefficiente uditometrico; tr=durata di pioggia critica; Vtot = volume da invadere; Vsp=volume specifico.

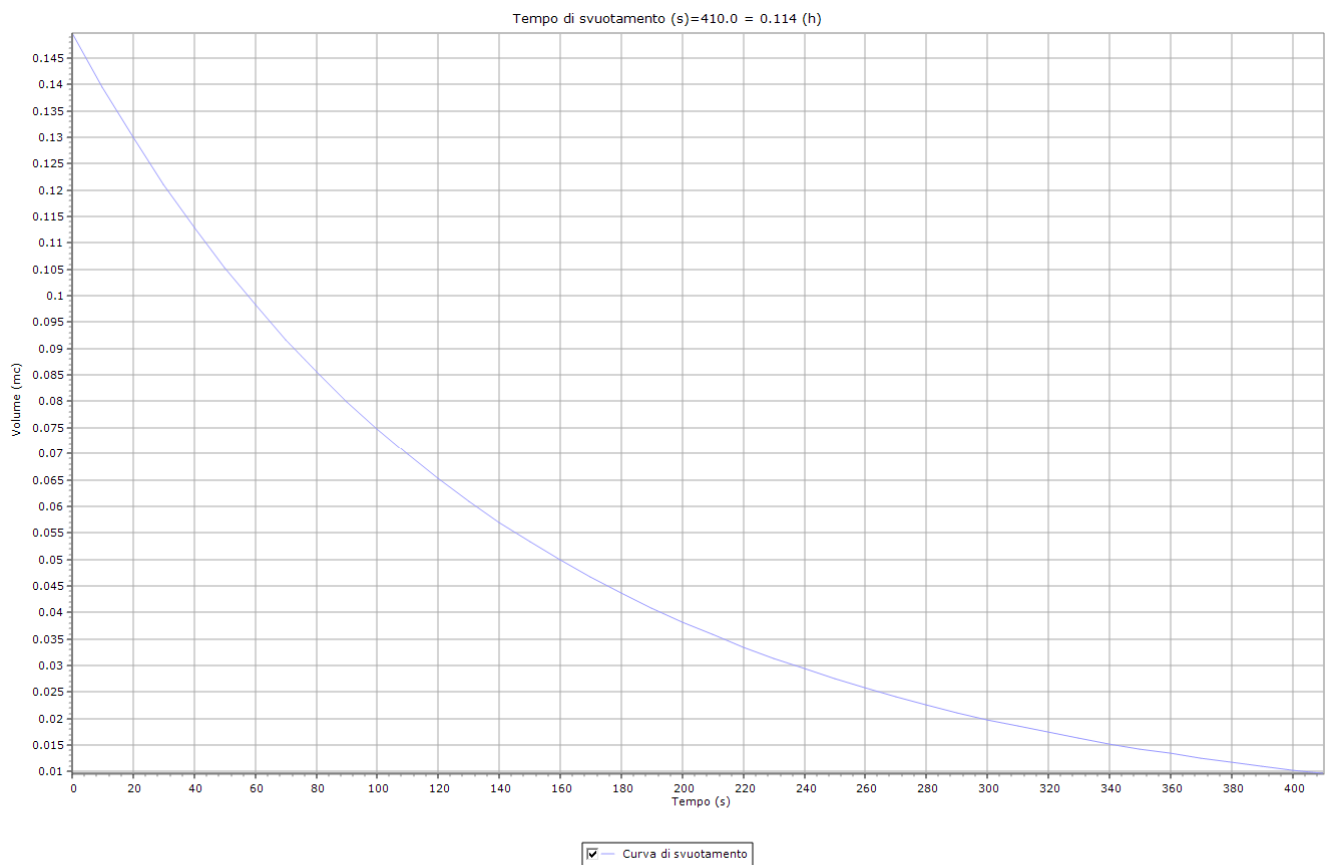


grafico del tempo di svuotamento dell'opera infiltrante (soluzione 3): 410 secondi o 0,114 h

Riassumendo, seguono i dati del dimensionamento del sistema filtrante nella soluzione 3.

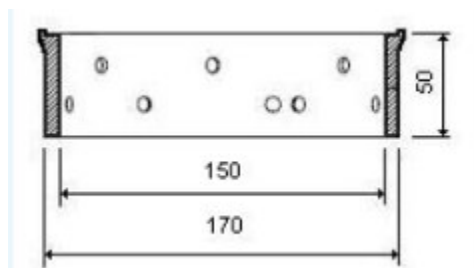
Tipo di sistema: pozzo filtrante

N° di pozzi: 1

Diametro pozzo: 1,5 mt

Livello massimo d'acqua nel pozzo: 0,13 mt

Altezza minima tratto filtrante del pozzo: 1 anello forato da 0,5 mt



4.6.2 Calcolo e verifica del tempo di svuotamento delle opere di smaltimento

Con riferimento all'art.8 comma 4 nonché all'articolo 11, comma 2, lettere e) ed f) del Regolamento Regionale del 23 novembre 2017 – n°7 è stato calcolato il tempo di svuotamento dell'opera di infiltrazione (pozzo infiltrante) in corrispondenza dell'area di progetto, considerato quindi il limite delle 48 h. Come da calcolo, il tempo di svuotamento, rapportato ai casi considerati è il seguente:

- soluzione 1 o pozzo con diametro di 2,0 mt ed altezza 0,5 mt = 1.090 sec (0,303 h)
- soluzione 2 o pozzo con diametro di 1,5 mt ed altezza 0,5 mt = 740 sec (0,206 h)
- soluzione 3 o pozzo con diametro di 1,0 mt ed altezza 0,5 mt = 410 sec (0,114 h)

Considerato quindi il limite delle 48 h, le condizioni suddette sono quindi rispettate.

4.7 Piano di manutenzione degli interventi di invarianza idraulica

Ai sensi dell'art.13 del regolamento regionale si riporta di seguito il piano di manutenzione delle opere previste per l'invarianza idraulica.

Per quanto riguarda le soluzioni adottate nel presente progetto, si fa riferimento alle previsioni di manutenzione ordinaria relative sia alle opere costituite da canali e tubazioni di condotta dai tetti, tubazioni interrate con griglie e tombini, sia alle opere consistenti nel pozzo di infiltrazione e le loro condotte.

Le caratteristiche tecniche delle opere di captazione, collettamento e smaltimento sono riportate in apposita tavola grafica allegata alla presente, nella quale è indicata anche la posizione planimetrica dell'opera di infiltrazione (pozzo infiltrante), localizzata in funzione della successione stratigrafica locale verificata in occasione dell'indagine geologica e geognostica realizzata.

La manutenzione di tale sistema idraulico consiste nella predisposizione di adeguati filtri e nel periodico monitoraggio (trimestrale, vista la presenza di aree verdi con vegetazione) sulla pervietà delle canalizzazioni e sull'efficienza di queste sino al sistema di smaltimento progettato (pozzo infiltrante).

Nel caso siano realizzati tombini, questi ultimi dovranno essere dotati di griglia e pozzetto ispezionabile per la manutenzione prevista.

Manutenzione ordinaria del pozzo infiltrante

Saranno controllate periodicamente (semestralmente) le griglie ed i pozzetti interni del pozzo infiltrante nel quale verranno convogliate le acque provenienti dalle superfici trasformate. I controlli saranno anch'essi finalizzati alla verifica della pervietà delle griglie e delle tubazioni dedicate (es. assenza di detriti o foglie) ed alla loro efficienza idraulica.

5. CONCLUSIONI

Nell'ambito del progetto di realizzazione della nuova mensa a servizio della scuola primaria "Suor Vitarosa Zorza" e della scuola secondaria di I grado "F.lli Terzi", progetto a cura di WeProject S.r.l. per conto del Comune di Palosco (BG) è stata elaborata la presente relazione tecnica, ai sensi degli artt. 12 comma 1 lett.a) e 6, comma 3, lett a) del Regolamento Regionale del 23 novembre 2017 – n°7, successiva D.G.R. N°XI/1516 del 15.04.2019 e successivo Testo coordinato del Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n.7 (BURL S.O. n.51 del 21 dicembre 2019).

La presente relazione è volta a supportare con dati di carattere idraulico ed idrologico la soluzione progettuale di smaltimento e di scarico negli strati superficiali del sottosuolo dei volumi di acqua derivanti dalle precipitazioni meteoriche sulle nuove aree trasformate di progetto relative all'intervento di nuova edificazione. L'analisi idrologica (comunque adottando la procedura secondo il metodo delle sole piogge, ai fini di una verifica conservativa) ha definito:

- Il valore sito-specifico dell'altezza di precipitazione con tempo di ritorno di 50 anni è pari a 58,344516 mm;
- la durata critica T_r (durata della pioggia che genera il volume massimo d'invaso) è pari a 30.400 sec, pari a 8,44 ore;

Per le aree esaminate:

- il dato riferito al volume minimo di invaso ai sensi dell'art.12 comma 1 del Regolamento Regionale (requisiti minimi) risulta pari a 62,72 mc, mentre il dato derivante dal calcolo con il metodo delle sole piogge ha portato ad una quantificazione del volume da smaltire pari a 60,031 mc; per tale ragione, ai fini del dimensionamento dell'opera di infiltrazione negli strati superficiali del sottosuolo, è stato fatto riferimento al valore dei *requisiti minimi* di 62,72 mc (valore calcolato con riferimento al parametro di 800 mc/ha di superficie scolante impermeabile dell'intervento moltiplicato per il coefficiente P del r.r.);
- la soluzione progettuale tesa a determinare l'invarianza idraulica prevede:

Soluzione 3:

Tipo di sistema: pozzo filtrante

N° di pozzi: 1

Diametro pozzi: 1,0 mt

Livello massimo d'acqua nel pozzo: 0,19 mt

Altezza minima tratto filtrante del pozzo: 1 anello forato da 0,5 mt

(2 anelli ai fini di ulteriore maggior sicurezza)

Tempo di svuotamento del pozzo: 410 sec (0,114 h)

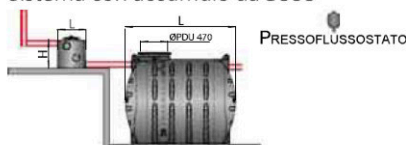
Il pozzo dovrà essere posato *almeno* a partire da -1,0 mt dal p.c., all'interno dello strato ghiaioso ciottoloso grossolano pulito permeabile.

Nel rispetto di quanto previsto dall'art.13 del regolamento regionale è stato elaborato lo specifico piano di manutenzione delle opere di raccolta, collettamento e dispersione.

Infine, come già anticipato in premessa, in aggiunta a quanto proposto dal punto di vista strettamente legato alle opere di invarianza idraulica ed idrologica, il Progettista ha previsto il parziale recupero ed accumulo delle acque meteoriche immediatamente a monte dell'opera di dispersione, con principale fine di riutilizzo di parte delle acque meteoriche stesse nell'ambito dei servizi igienici a corredo della struttura di progetto (acqua per impianti sanitari WC). Tale opera (serbatoio di accumulo) prevede una capacità di 3.100 lt, sarà del tipo cilindrico orizzontale da interro, realizzato in plastica (PE) polietilene lineare atossico stabilizzato U.V. e non interferirà con le opere progettate e dimensionate relative all'invarianza idraulica ed idrologica, in quanto dotato di livello massimo di sfioro direttamente collegato al pozzo disperdente.

Di seguito i particolari costruttivi dell'opera di parziale accumulo.

Sistema con accumulo da **3000**



| POZZETTO FILTRO FOGLIE | | SERBATOIO INTERRO CON POMPA INTERNA | | | | | | | POMPA | | REGOLAZIONE | |
|---------------------------|------|-------------------------------------|-----------|------|---------|----------|-------------------|-------------------|---------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| In/Out Ø | Mod. | H | L [mm] | De | In Ø | Out Ø | Troppo Pieno Ø | Passo d'Uomo Ø | Potenza KW | Portata L/min. | Prevalenza m | Tipo |
| 110/110 | 3000 | 1744 | 1940 | 1500 | 110 | 1"¼ | 110 | 470 | 0,55 | 0/75 | 48/16 | Pressoflussostato |
| 110/110 | 3000 | 1744 | 1940 | 1500 | 110 | 1"¼ | 110 | 470 | 1,1 | 0/125 | 75/26 | Pressoflussostato |

Il tecnico incaricato