

COMUNE DI CALVENZANO
Provincia di BERGAMO

PIANO DI LOTTIZZAZIONE INDUSTRIALE AT P03

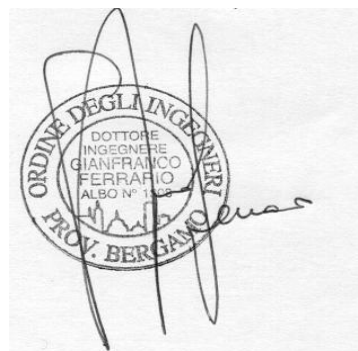
Committenti
O.M.T. spa
OFFICINE MECCANICHE ROZZONI

**RELAZIONE TECNICA DI INVARIANZA
IDRAULICA E IDROLOGICA
(OPERE DI URBANIZZAZIONE)**

Il professionista incaricato

Il collaboratore geologo

Ing. Gianfranco Ferrario



Fornovo S.G., 25.11.2022

INDICE

1) PREMESSA	pag. 2
2) INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	pag. 3
3) INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROGRAFICO	pag. 5
4) CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITA'	pag. 8
5) CARATTERISTICHE DEL SISTEMA FOGNARIO IN PROGETTO	pag. 11
6) VALUTAZIONI PER LE ACQUE PLUVIALI E DI DILAVAMENTO	pag. 11
7) INDAGINE IDROLOGICA	pag. 14
8) CALCOLI IDRAULICI	pag. 17
9) DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLE SEZIONI TERMINALI DELA RETE DI DRENAGGIO (ACQUE PLUVIALI E DI DILAVAMENTO)	pag. 20
10) DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI ACCUMULO-LAMINAZIONE E DI DISPERSIONE DELLE ACQUE NEL SOTTOSUOLO	pag. 21
11) CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI COMPONENTI DELLA RETE DI DRENAGGIO e DI LAMINAZIONE	pag. 27

1) PREMESSA

Nell'ambito della progettazione del Piano di Lottizzazione Industriale denominato **ATP03** nel Comune di Calvenzano (BG) il sottoscritto professionista è stato incaricato dell'attività di progettazione delle opere di fognatura in invarianza idraulica relative al sistema di raccolta e drenaggio delle acque pluviali relative alle opere di urbanizzazione

Nella presente relazione tecnica si espongono i criteri seguiti nelle valutazioni di natura idrologica e idraulica e per calcolo idraulico dei collettori e dei manufatti della rete di fognatura per le acque pluviali.

Nel dimensionamento dei manufatti e delle canalizzazioni si sono seguite per le acque meteoriche le direttive e le indicazioni contenute nel Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 nonché i Regolamenti della Regione Lombardia dell'anno 2006 e s.m.i.

Figura n° 1 Individuazione area di intervento: accesso da S.P. Rivoltana nel comune di Calvenzano (BG)



2) INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

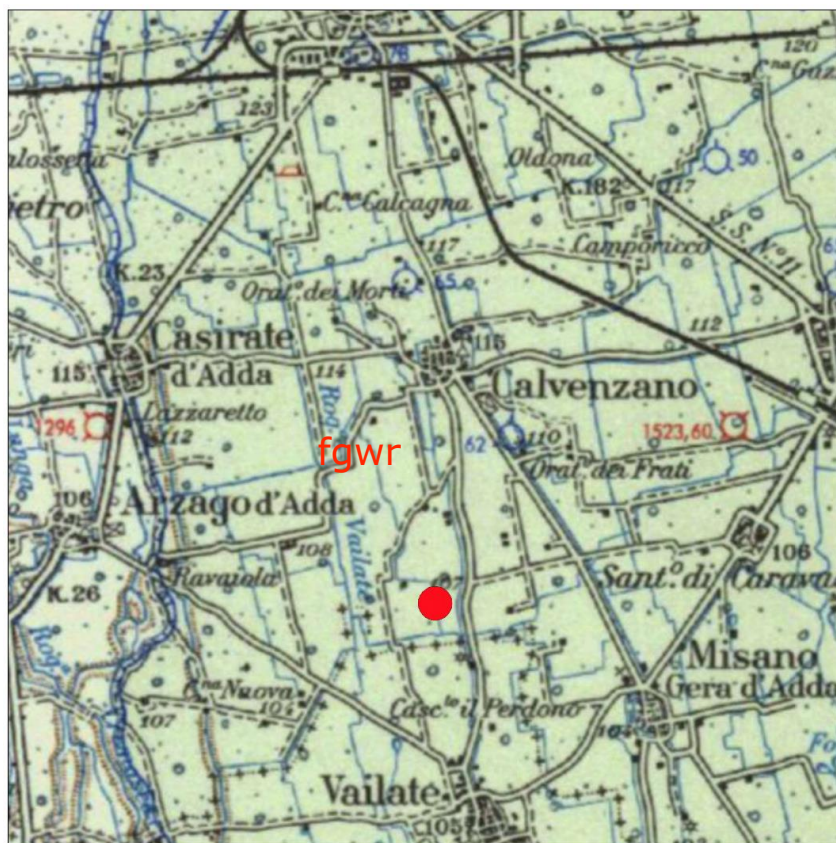
L'area in esame si colloca nel comune di Calvenzano (BG), in via Lombardia, ad una quota di circa 109 m s.l.m. (Google Earth). Essa si situa nella porzione meridionale del territorio comunale, a sud del centro abitato. L'area è prossima al confine con la provincia di Cremona ed in particolare il comune di Vailate (CR) . Ci troviamo in un territorio caratterizzato dalla presenza dei terreni appartenenti alle alluvioni fluvioglaciali Wurmiane e Rissiane costituenti il livello fondamentale della pianura (Diluvium Recente). Tale unità è costituita, seppure con

variazioni anche notevoli da zona a zona, da ghiaie più o meno sabbiose entro cui sono sporadicamente presenti livelli di materiale argilloso a scarsa persistenza laterale. Al tetto, i terreni del Diluvium Recente sono costantemente caratterizzati dalla presenza di uno strato di alterazione di circa un metro di spessore, avente natura essenzialmente argilloso-sabbiosa.

L'area si trova nella porzione di pianura compresa tra il corso del fiume Adda e il corso del fiume Serio. Entrambi i corsi d'acqua si trovano ad una distanza di circa 8 km dall'area in esame. Le quote sono blandamente degradanti verso sud e non si segnalano morfologie caratterizzanti l'area in esame ed il suo intorno.

Per effettuare un inquadramento dal punto di vista geologico, si è analizzata la cartografia geologica d'Italia in scala 1:100000, del foglio 046-Treviglio, di cui si riporta uno stralcio in figura 1 (Scala 1:50000). Di seguito sono elencate, in ordine cronologico dalla più recente alla più antica, le unità presenti in un intorno significativo dell'area, con una breve descrizione litologica tratta dalla legenda del medesimo foglio. Le unità sedimentarie quaternarie sono inoltre raggruppate secondo i rispettivi periodi di sedimentazione e agenti sedimentari d'origine.

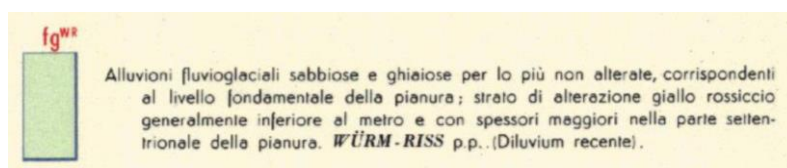
Figura n°1: Carta Geologica



Stralcio (scala 1:50000) da: Carta geologica d'Italia in Scala 1:100.000
Foglio 46 Treviglio
● Area in Esame: Calvenzano (BG), via Lombardia

Legenda

- fgwr) Pleistocene



3) INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO e IDROGRAFICO

Idrogeologia

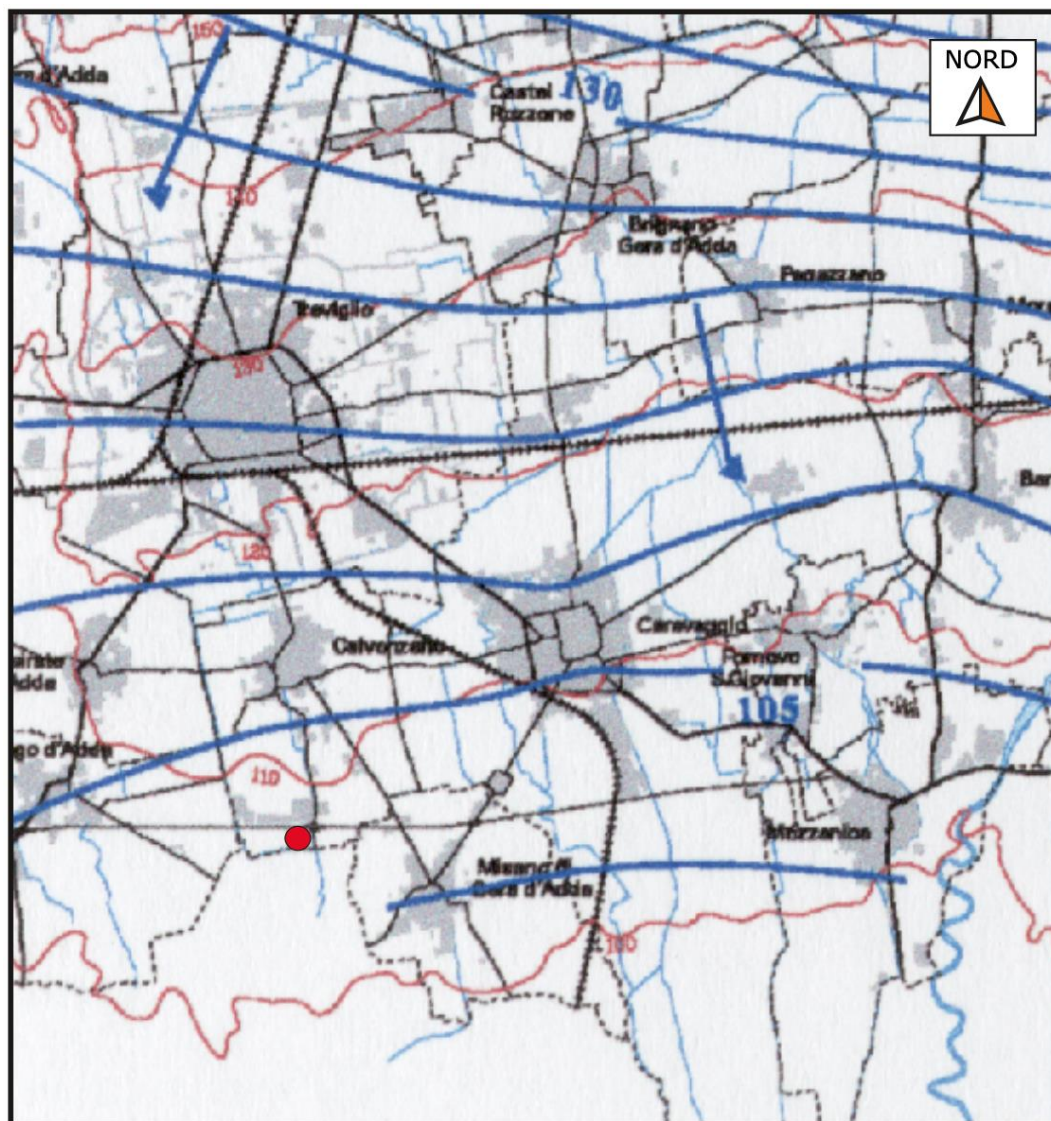
Per la definizione del livello piezometrico si è fatto dapprima riferimento alla carta della piezometria contenuta nel Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Bergamo. La carta estende le isopieze sino all'area di interesse ed osservando i dati presenti si ottiene una piezometria di circa 102 m. Considerata la quota topografica dell'area, pari a circa 109 m, se

ne ricava una soggiacenza poco profonda, pari a circa 7 m. Il flusso idrico sotterraneo è, in generale, indirizzato verso sud.

Nell'insieme la zona è caratterizzata da una sequenza di acquiferi sovrapposti, tipica delle aree di pianura, di seguito sommariamente descritta. Procedendo dal p.c. verso il basso possiamo distinguere le seguenti litologie:

- da m 0 a m -35 circa da p.c., ghiaie e ghiaie sabbiose caratterizzate da buoni parametri di permeabilità. Questo strato è generalmente la sede della falda freatica che risente di escursioni in relazione all'andamento delle precipitazioni atmosferiche e secondariamente dei periodi di irrigazione;
- da m -35 a m -40 da p.c. limi sabbiosi a scarso coefficiente di permeabilità. Questo livello rappresenta per lo più il letto della falda freatica superficiale e la separa dalle sottostanti falde (artesiane) a scala locale, anche se non sono da escludersi possibili fenomeni di interferenza tra acquiferi sovrapposti in altre zone;
- da m -40 a m -50 circa da p.c., sabbie ghiaiose che costituiscono la prima falda semiconfinata a livello locale. Tali litologie sono caratterizzate da buoni valori di portata e permeabilità. Non si può tuttavia escludere l'esistenza di interferenze a più grande scala tra acquiferi sovrapposti.

Figura 2: Carta isopiezometrica della falda superficiale



stralcio da: P.T.C.P. Provincia di Bergamo - Scala 1:50000

● Area in esame: Calvenzano(BG) - Via Lombardia

- 200 — Linea isopiezometrica e quota s.l.m.
- 250 — Isoipsa e quota s.l.m.
- ➡ Direzione e verso di deflusso della falda freatica

Per un inquadramento di dettaglio si è consultata la Componente Geologica del Piano di Governo del Territorio comunale. La Componente Geologica del comune di Calvenzano è stata realizzata, dal Dott. Geol. Carlo Pedrali nel 2000 con una revisione nel 2002 ed un ultimo aggiornamento nel 2009.

La carta idrogeologica della componente geologica comunale fornisce le seguenti informazioni:

- la soggiacenza indicata in carta è di circa 5,5 m s.l.m.;

- presenza della fascia di rispetto di un pozzo idropotabile poco a nord dell'area in esame;
- presenza di una roggia che interseca l'area in esame (si vedano i successivi paragrafi per maggiori indicazioni sul reticolo idrico).

Figura n°3: PGT - Carta idrogeologica



Idrografia

Per una descrizione dell'idrografia locale si riporta di seguito uno stralcio della relazione della componente geologica comunale:

"Il reticolo idrografico del territorio comunale è costituito interamente da canali d'irrigazione in quanto i fiumi Adda a ovest e Serio ad est risultano situati rispettivamente a circa 6 e 9 chilometri di distanza dal centro abitato. Secondo quanto stabilisce la D.G.R. 7/7868 del 25/01/2002, al reticolo idrografico principale appartengono alcuni di questi canali di irrigazione, quelli principali e più precisamente, procedendo da ovest verso est:

- la roggia Vailata (cod. Sibiter 807);
- la roggia Maggiore;
- la roggia Babbiona (cod. Sibiter 331);

- la roggia di Sopra (cod. Sibiter 656);
- il Fontanile Cavour (cod. Sibiter 657);
- la roggia Castolda (cod. Sibiter 330) posta in prossimità del limite settentrionale del territorio comunale.

Il tracciato delle rogge è stato riportato sulla cartografia (tavola n.4 e nella Carta di Sintesi, tavola 7); il loro sviluppo planimetrico risulta importante anche in quanto tali rogge sono state spesso oggetto di scarichi industriali.

Alcune di queste rogge, sono alimentate da pozzi irrigui, come nel caso della roggia Maggiore e della roggia Babbiona.

E' facile constatare, esaminando la carta, come i canali di irrigazione siano distribuiti in modo omogeneo su tutto il territorio comunale e risultino costituire anche un efficiente reticolo di drenaggio delle acque superficiali. Purtroppo però i canali vengono spesso presi di mira da chi inquina, o trascurandone l'utilità ne riduce l'efficienza."

Si riporta di seguito la cartografia regionale del reticolo idrografico unificato nella quale si possono osservare i corsi d'acqua presenti nell'intorno dell'area in esame. La roggia indicata nella carta idrogeologica comunale risulta, secondo tale elaborato, non più attiva. La cartografia è stata scaricata dal viewer geografico del geoportale di Regione Lombardia.

Figura 4: Geoportale – Carta del reticolo idrico regionale unificato



4) CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' DEI TERRENI

Al fine di quantificare le capacità di dispersione dei terreni caratterizzanti il sito in oggetto è stata eseguita una prova di dispersione tramite immissione di acqua tramite idrante nell'ambito di uno scavo risultante da saggio con escavatore messo a disposizione dalla committenza, profondo 300 cm e di lunghezza e larghezza rispettivamente 200 x 150 cm.

Considerando il volume di terreno interessato dalla prova di dispersione, questa può essere considerata ben rappresentativa delle caratteristiche di drenaggio del sottosuolo.

Dopo l'immissione di acqua si è proceduto a registrare gli abbassamenti dei livelli idrici nell'ambito dello scavo, ottenendo i valori visualizzati nel grafico tempi-abbassamenti in Figura n° 1.

A livello indicativo si è calcolato il valore del coefficiente di permeabilità tramite l'espressione prevista dalle norme A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana):

$$K = \frac{h_2 - h_1}{t_2 - t_1} \times \frac{1 + (2hm/b)}{(27hm/b) + 3}$$

In cui:

t_1 e t_2 = intervallo di tempo considerato

h_1 e h_2 = battenti idrici corrispondenti agli istanti di tempo t_1 e t_2

b = lato di base dello scavo

hm = altezza media dell'acqua nello scavo

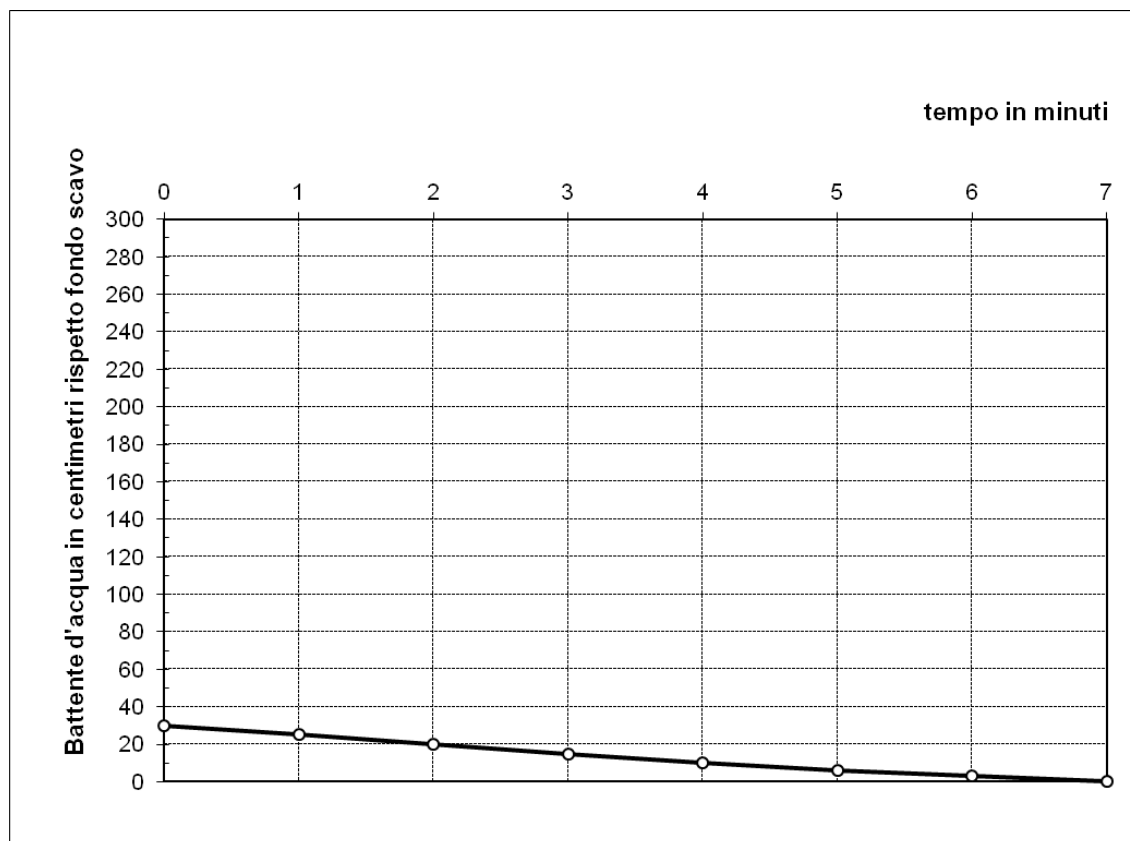


Figura 1: Grafico tempi-abbassamenti

Assumendo il valore medio del lato dello scavo pari a 173.2 cm si è ricavato il seguente valore del coefficiente di permeabilità:

$$K_{\text{(coefficiente di permeabilità)}} = 1.57 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$$

(intervallo considerato da 0 a 7')

Si riporta in Figura n° 2 la tabella relativa al campo di variabilità della permeabilità delle rocce sciolte tratto da "Elementi di Geotecnica" di P. Colombo, da cui si evince che i terreni in esame presentano drenaggio "buono" e grado di permeabilità "medio".

La litologia risultante dallo scavo è riferibile ad una sabbia ghiaiosa limosa con tracce di argilla marrone per il primo metro di profondità. Successivamente, fino a circa 1.85 da p.c. si incontra una ghiaia con sabbia debolmente ciottolosa debolmente limosa di colore marrone e, ulteriormente in profondità, una ghiaia sabbiosa ciottolosa debolmente limosa, grigia.

In tutti e tre gli orizzonti, i clasti di presentano da sub arrotondati a sub angolari, aumentando di dimensione mano a mano che si procede in profondità, fino a raggiungere un diametro massimo di circa 10-15 cm.

Si fa presente che la prova è stata effettuata a partire dalla quota attuale di lavoro che corrisponde a circa 60-70 cm al di sotto dell'attuale capannone.

k cm/sec	10 ²	10 ¹	1	10	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
drenaggio	buono						povero			praticamente impermeabile			
	ghiaia pulita	sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita					sabbia fina, limi organici e inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati			terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici			
							terreni impermeabili modificati dagli effetti della vegetazione e del tempo						

grado di permeabilità	valore di k (cm/sec)
alto	superiore a 10 ⁻¹
medio	10 ⁻¹ ÷ 10 ⁻³
basso	10 ⁻³ ÷ 10 ⁻⁵
molto basso	10 ⁻⁵ ÷ 10 ⁻⁷
impermeabile	minore di 10 ⁻⁷

Figura n° 5: Campo di variabilità della permeabilità delle rocce sciolte. Tratto da P. Colombo "Elementi di geotecnica", Zanichelli 1974

5) CARATTERISTICHE DEL SISTEMA FOGNARIO IN PROGETTO

Il sistema fognario all'interno dell'area ove è previsto l'ampliamento dell'edificio industriale sarà di tipo separato con una rete per le acque luride ed una rete per le acque pluviali.

Le portate nere verranno convogliate e recapitate alla rete di pubblica fognatura, per mezzo nuove canalizzazioni interrato posate all'interno dell'area, con pendenze tali da garantire un deflusso regolare, dotate di pozzetti di ispezione sulle linee con tappi di chiusura e sifoni per garantire la funzionalità e la conformità alle norme igieniche del sistema fognario.

Per le acque meteoriche afferenti le opere di urbanizzazione è prevista una rete di raccolta funzionante a gravità in grado di raccogliere e drenare le acque provenienti dalle superfici impermeabilizzate del comparto quali strade interne, marciapiedi, parcheggi e parte della rotatoria di ingresso alla nuova lottizzazione industriale.

Le portate pluviali raccolte, previo trattamento di dissabbiatura e desoleazione, verranno disperse nel sottosuolo tramite un campo di pozzi dispersori.

La possibilità di dispersione naturale delle acque nel sottosuolo è conseguente ad un'indagine finalizzata alla misura della permeabilità del sottosuolo effettuata data 22.04.2021 dallo Studio Geoconsult del dott. Marco Belloli con sede in Treviolo (Bg) Via F.lli Bandiera n. 2.

Le suddette indagini hanno confermato la posizione della falda freatica favorevole e un valore di permeabilità tale da garantire la dispersione delle acque.

I dettagli di progetto e dimensionamento dei vari elementi del sistema di fognatura sono dettagliati nel proseguo della presente relazione.

6) VALUTAZIONI PER LE ACQUE PLUVIALI E DI DILAVAMENTO -

DEFINIZIONI E TERMINOLOGIA IN MATERIA DI INVARIANZA IDRAULICA

Ai fini dell'applicazione pratica del citato regolamento, si applicano le seguenti definizioni:

- a) 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, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera a), della l.r. 12/2005;
- b) 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, di cui all'articolo 58 bis, comma 1, lettera b), della l.r. 12/2005;
- c) drenaggio urbano sostenibile: sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i

fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo “alla sorgente” delle acque meteoriche, e a ridurre il degrado qualitativo delle acque, di cui all’articolo 58 bis, comma 1, lettera c), della l.r. 12/2005;

- d) evento meteorico: una o più precipitazioni atmosferiche, temporalmente distanziate non più di 6 ore, di altezza complessiva di almeno 5 mm, che si verificano o che si susseguano a distanza di almeno 48 ore da un analogo evento precedente;
- e) acque meteoriche di dilavamento: la parte delle acque di una precipitazione atmosferica che, non assorbita o evaporata, dilava le superfici scolanti;
- f) acque di prima pioggia: quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull’intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche;
- g) acque di seconda pioggia: la parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia;
- h) acque pluviali: le acque meteoriche di dilavamento, escluse le acque di prima pioggia scolanti dalle aree esterne elencate all’articolo 3 del regolamento regionale 24 marzo 2006, n. 4 (Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell’articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26), che sono soggette alle norme previste nel medesimo regolamento;
- i) superficie scolante totale: la superficie, di qualsiasi tipologia, grado di urbanizzazione e capacità di infiltrazione, inclusa nel bacino afferente al ricettore sottesa dalla sezione presa in considerazione;
- j) superficie scolante impermeabile: superficie risultante dal prodotto tra la superficie scolante totale per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;
- k) superficie scolante impermeabile dell’intervento: superficie risultante dal prodotto tra la superficie scolante interessata dall’intervento per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;
- l) portata specifica massima ammissibile allo scarico, espressa in l/s per ettaro: portata (espressa in litri al secondo) massima ammissibile allo scarico nel ricettore per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile dell’intervento;
- m) ricettore: corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche disciplinate dal presente regolamento;
- n) titolare: soggetto tenuto alla gestione e manutenzione delle opere di invarianza idraulica e idrologica. Nel caso di infrastrutture stradali e autostradali e loro pertinenze e parcheggi, il titolare è il gestore delle stesse. Nel caso di edificazioni, il titolare è il proprietario o, se diverso dal proprietario, l’utilizzatore a qualsiasi titolo dell’edificio, quale l’affittuario o l’usufruttuario.

(Interventi richiedenti le misure di invarianza idraulica e idrologica)

Gli interventi tenuti al rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica sono quelli di cui all’articolo 58 bis, comma 2, della l.r. 12/2005, come meglio specificato nei seguenti commi e all’allegato A.

2. Nell’ambito degli interventi edilizi di cui all’articolo 3, comma 1, lettere d), e) ed f), del decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia) sono

soggetti ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica ai sensi del presente regolamento gli interventi di:

- a) nuova costruzione, compresi gli ampliamenti;
 - b) demolizione, totale o parziale fino al piano terra, e ricostruzione indipendentemente dalla modifica o dal mantenimento della superficie edificata preesistente;
 - c) ristrutturazione urbanistica comportanti un ampliamento della superficie edificata o una variazione della permeabilità rispetto alla condizione preesistente all'urbanizzazione.
3. 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 zero, preesistente all'urbanizzazione. Per gli interventi di cui al comma 3, il riferimento di cui al precedente periodo corrisponde alla condizione preesistente all'impermeabilizzazione.
4. Le misure di invarianza idraulica e idrologica si applicano alla sola superficie del lotto interessata dall'intervento comportante una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione e non all'intero lotto. Per gli interventi di cui al comma 3, il riferimento di cui al precedente periodo corrisponde alla condizione preesistente all'impermeabilizzazione.

CARATTERIZZAZIONE DEL SITO E DELL'INTERVENTO IN PROGETTO

Il progetto in esame insiste sul territorio del comune di Calvenzano che è classificato nel regolamento di invarianza idraulica come

AMBITO B (aree a media criticità idraulica).

Relativamente al tipo di intervento in progetto (ampliamento di edificio industriale) si riportano nella successiva tabella le caratteristiche e la classe di intervento di cui **all' art. 9** del Regolamento dal quale si desumono le modalità di calcolo idraulico.

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERRESSATA	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO PONDERALE	MODALITA' DI CALCOLO
Impermeabilizzazione potenziale media	Da 1000 a 10.000 mq.	qualsiasi	Metodo delle sole piogge e verifica requisiti minimi

7) INDAGINE IDROLOGICA

Il dimensionamento di opere idrauliche destinate a convogliare portate di pioggia interessanti un determinato bacino, anche di modesta entità, richiede anzitutto di individuare i massimi afflussi meteorici, che sono da mettere in conto per il comprensorio che alimenta l'opera.

I valori di pioggia registrati ai pluviografi sono elaborati e pubblicati, a cura del Servizio Idrografico Italiano, sugli annali idrologici oppure riportati attualmente in siti informatizzati istituzionali (Aziende regionali per l'ambiente – A.R.P.A.).

Dal punto di vista pratico progettuale si tratta di individuare la relazione da adottare per legare l'altezza di pioggia h alla sua durata tenendo presente la frequenza degli eventi da considerare e la probabilità che tali eventi si ripetano nel tempo.

La tecnica idrologica fornisce le espressioni per le curve segnalatrici di possibilità climatica .

Per il territorio della Regione Lombardia, i parametri caratteristici delle curve di possibilità climatica per la determinazione delle precipitazioni di progetto si possono desumere da ARPA Lombardia.

In particolare la curva di possibilità pluviometrica, valida per ogni località della Lombardia assume la forma :

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

dove : h è l'altezza di pioggia, D è la durata, a_1 è il coefficiente pluviometrico orario

w_t è il coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T

n è l'esponente della curva (parametro di scala)

Si tratta, in sostanza, di determinare un'altezza di pioggia h , relativa ad una certa durata t , che abbia una probabilità piuttosto bassa di essere uguagliata o superata nel futuro.

Per il tipo di intervento previsto dal presente progetto si possono utilizzare serie storiche di altezze massime di precipitazione corrispondenti alle durate inferiori e superiori all'ora e corrispondenti ad un tempo di ritorno pari a 50 anni come indicato nel regolamento regionale per le opere strutturali di invarianza idraulica.

Il tempo di ritorno è correlato alla possibilità che l'opera idraulica da realizzare manifesti un'insufficienza in un determinato arco temporale.

Sulla base delle considerazioni precedenti si utilizzano le seguenti espressioni per la “curva di possibilità pluviometrica”, che fanno riferimento a dati pluviometrici elaborati da ARPA LOMBARDIA relativi al territorio di CALVENZANO per la zona di interesse.

Si riportano di seguito le elaborazioni ARPA con le altezze di pioggia in funzione del tempo di ritorno ($T=50$ anni per le opere in invarianza idraulica), della durata dell'evento e dei parametri utilizzati per la definizione delle curve di pioggia

Ai fini della presente indagine, considerata l'entità delle superfici scolanti verranno considerate le piogge con durata prossime all'ora o inferiori per il dimensionamento dei collettori e con durate superiori per le opere di invaso e di laminazione.

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: CALVENZANO-VIALE LOMBARDIA

Coordinate:

Linea segnatrice

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

Tempo di ritorno (anni) 50

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 29

N - Coefficiente di scala 0,2854

GEV - parametro alpha 0,28889

GEV - parametro kappa -0,0372

GEV - parametro epsilon 0,822

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:

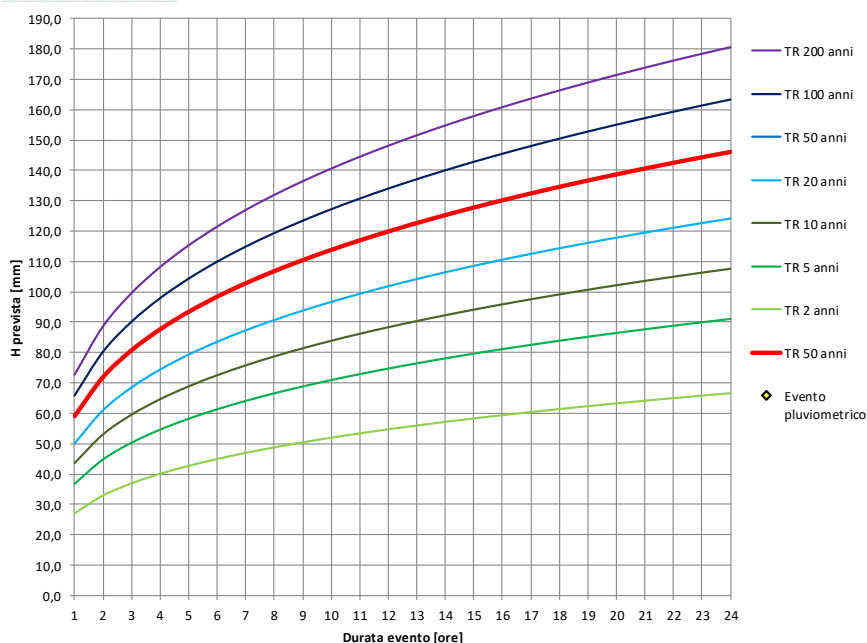
<http://idro.arpalombardia.it/manual/lsp.pdf>

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	0,92861	1,26763	1,50010	1,72926	2,03515	2,27142	2,51301	2,03514726
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	26,9	36,8	43,5	50,1	59,0	65,9	72,9	59,0192704
2	32,8	44,8	53,0	61,1	71,9	80,3	88,8	71,9296252
3	36,8	50,3	59,5	68,6	80,8	90,1	99,7	80,754037
4	40,0	54,6	64,6	74,5	87,7	97,8	108,2	87,6640959
5	42,6	58,2	68,9	79,4	93,4	104,3	115,4	93,4286075
6	44,9	61,3	72,5	83,6	98,4	109,8	121,5	98,4188313
7	46,9	64,1	75,8	87,4	102,8	114,8	127,0	102,845387
8	48,7	66,5	78,8	90,8	106,8	119,2	131,9	106,840453
9	50,4	68,8	81,4	93,9	110,5	123,3	136,4	110,49297
10	52,0	70,9	83,9	96,8	113,9	127,1	140,6	113,86594
11	53,4	72,9	86,2	99,4	117,0	130,6	144,5	117,005778
12	54,7	74,7	88,4	101,9	119,9	133,9	148,1	119,947766
13	56,0	76,4	90,5	104,3	122,7	137,0	151,5	122,719413
14	57,2	78,1	92,4	106,5	125,3	139,9	154,8	125,342623
15	58,3	79,6	94,2	108,6	127,8	142,7	157,9	127,835149
16	59,4	81,1	96,0	110,6	130,2	145,3	160,8	130,211601
17	60,5	82,5	97,7	112,6	132,5	147,9	163,6	132,484161
18	61,4	83,9	99,3	114,4	134,7	150,3	166,3	134,663101
19	62,4	85,2	100,8	116,2	136,8	152,6	168,9	136,757173
20	63,3	86,4	102,3	117,9	138,8	154,9	171,4	138,773901
21	64,2	87,7	103,7	119,6	140,7	157,1	173,8	140,719805
22	65,1	88,8	105,1	121,2	142,6	159,2	176,1	142,600573
23	65,9	90,0	106,5	122,7	144,4	161,2	178,3	144,421204
24	66,7	91,1	107,8	124,2	146,2	163,2	180,5	146,186115

Linee segnatrici di probabilità pluviometrica



8) CALCOLI IDRAULICI

I dati urbanistici, di superficie utili ai fini dei calcoli idraulici sono stati ricavati dal progetto esecutivo dell'intervento trasmesso al sottoscritto dal progettista dell'intervento arch Alberto Oggioni con studio in Treviglio (Bg).

VALUTAZIONI PORTATE DI PIOGGIA

Per la stima della portata di massima piena nelle sezioni terminali delle canalizzazioni in progetto si può fare riferimento al metodo lineare o della corrivazione.

Il bacino scolante all'interno dell'area oggetto dell'intervento è sostanzialmente costituito dalle superfici impermeabilizzate delle coperture del fabbricato e dalle aree scoperte pavimentate all'interno dell'area di proprietà quali corselli e percorsi carrali interni.

Dagli elaborati del progetto delle opere si sono individuate le sezioni terminali della rete di fognatura che sottendono i bacini scolanti, precisamente:

-VALUTAZIONE DEL BACINO SCOLANTE

L'area oggetto dell'intervento, ai fini del dimensionamento idraulico dei vari elementi del sistema di drenaggio e di laminazione, è costituita da un unico bacino in funzione delle caratteristiche delle superfici scolanti e della posizione rispetto al recapito terminale costituito dai pozzi dispersori, precisamente:

BACINO A : Superfici stradali, marciapiedi, parcheggi e porzione della rotatoria

(superfici riferite alle sole opere di urbanizzazione) .

- Superficie scolante complessiva

$$mq (2542,20+394,81+300+370,52) = mq \ 3607,53 \text{ pari a } 0,36 \text{ ettari}$$

CALCOLO MASSIME PORTATE METEORICHE

Richiami Teorici

La portata massima meteorica è calcolata con l'espressione:

$$Q = \Psi \times i \times S/360 \quad (1) \text{ Metodo cinematico lineare o della corrivazione}$$

dove:

Q (mc/sec) la massima portata prevista per la sezione in esame

i (mm/ora) intensità di pioggia di durata pari al tempo di corrivazione o di concentrazione

S (ha) ettari - superficie del bacino

Ψ coefficiente di assorbimento

Il coefficiente Ψ rappresenta il rapporto la somma della parte affluente alla sezione considerata e di quella restata sul terreno e nelle piccole canalizzazioni durante la pioggia ed il totale afflusso sull'area durante la pioggia stessa.

Il valore di Ψ dipende principalmente da:

- Dal tipo e natura della superficie scolante, nei riguardi della topografia, dell'altimetria e delle caratteristiche permeabili del terreno;
- Dal grado di umidità iniziale dell'atmosfera e di trattenuta e di imbibizione del terreno;
- Dalla durata e dall'intensità della pioggia;
- Dall'andamento climatico stagionale.

Per il tempo di corrivazione o concentrazione vale l'espressione:

$$T_c = T_a + T_r$$

dove:

T_a = tempo di accesso alla rete del punto più lontano dalla sezione di calcolo (la valutazione di T_a è incerta e dipende da fattori quali la pendenza, le caratteristiche delle pavimentazioni, dalla presenza di drenaggi minori).

Nella progettazione si assumono valori compresi tra T_a = 5 minuti e T_a = 15 minuti (valori più bassi per le aree di minore estensione e di maggiore pendenza)

T_r = tempo di rete = $\sum L_i/V_i$ (bisogna fissare una velocità media all'interno delle Tubazioni)

-CALCOLI NUMERICI PER LA VALUTAZIONE DELLE MASSIME PORTATE DI PIOGGIA.

BACINO A : Superfici stradali, marciapiedi, parcheggi e porzione della rotatoria

(superfici riferite alle sole opere di urbanizzazione) .

- Superficie scolante complessiva

$$mq \ (2542,20+394,81+300+370,52) = mq \ 3607,53 \ \text{pari a} \ 0,36 \ \text{ettari}$$

Il tempo di corrivazione per il bacino in studio è così valutato:

T_a = tempo di accesso alla rete 8' corrispondente a 0,13333 ore

T_r = tempo di rete = $\sum L_i/V_i$

Si ottiene $T_r = 7'$ circa corrispondenti a 0,16666 ore

Quindi il tempo di corrivazione **$T_c = T_a + T_r = 0,25$ ore.**

Per il coefficiente di assorbimento, si considerano totalmente impermeabili le coperture del capannone e della palazzina e pertanto si assume il valore:

$$\Psi = 1$$

L'intensità di pioggia corrispondente al tempo di corrivazione del bacino, considerando la curva di possibilità climatica con $T = 50$ anni con durate minori di 1 ora, e parametri della curva di possibilità pluviometrica ricavati da ARPA Lombardia per il territorio di Calvenzano

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

dove : h è l'altezza di pioggia

D è la durata

a_1 è il coefficiente pluviometrico orario pari a 29,00 mm

w_t è il coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T pari a 2,03515

con tempo di ritorno $T = 50$ anni

n è l'esponente della curva (parametro di scala)

per durate di pioggia D inferiori a **1 ora** il coefficiente **n** è assunto pari a **0,5**.

Intensità di pioggia : rapporto tra altezza della pioggia corrispondente a $T_c = 0,18$ ore

e la durata T_c pari a 0,18 ore

$$i = h / t = 29,50 / 0,25 = 118 \text{ mm/ora}$$

Introducendo i valori nell'espressione (1) si ottiene la portata massima che servirà per il dimensionamento della sezione del collettore fognario nella sezione terminale del

SOTTOBACINO A prima dell'immissione nei pozzi dispersori

$$Q = \Psi \times i \times S / 360 = 1 \times 118 \times 0,36 / 360 = 0,118 \text{ mc/sec} = 118 \text{ l/sec}$$

9) DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLE SEZIONI TERMINALI

DELA RETE DI DRENAGGIO (ACQUE PLUVIALI E DI LAVAMENTO)

Richiami teorici.

Per la realizzazione delle condutture interrate per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche è previsto l'impiego di tubazioni circolari in materiale plastico PVC

In fase progettuale si è definita una pendenza media per i collettori di fognatura per le acque meteoriche variabile tra il **3 e il 5 per mille**.

Per la verifica idraulica si utilizza la formula di Chèzy, valida per le correnti a pelo libero in moto uniforme:

$$V = C \times (R \times i)^{1/2}$$

dove:

R = raggio idraulico medio

i = pendenza motrice (pari a 0,003 oppure 0,005)

C = coefficiente di scabrezza

V = velocità media

Il coefficiente di scabrezza C può essere esplicitato attraverso la formula di Strickler:

$$C = K_s \times R^{1/6}$$

Con K_s valore tabellato e pari 80 per tubazioni in materiale plastico PVC

DIMENSIONAMENTO TUBAZIONI

BACINO A : Superfici stradali, marciapiedi, parcheggi e porzione della rotatoria

(superfici riferite alle sole opere di urbanizzazione) .

- Superficie scolante complessiva mq 3607,53 pari a 0,36 ettari

Ipotizzando l'impiego di una sezione circolare in materiale plastico PVC per il tratto terminale, con diametro pari a **D= 400 mm**, pendenza **i = 0,005** si ottengono i seguenti valori:

Raggio idraulico della sezione in condizioni di riempimento totale risulta:

$$R = A/C = 0,1256 / 1,256 = 0,099 \text{ metri}$$

Il coefficiente di scabrezza:

$$C = 80 \times 0,099^{1/6} = 54,42$$

La velocità media:

$$V = 1,21 \text{ m/sec}$$

E la portata:

$$Q = 0,152 \text{ mc/sec} = 152 \text{ litri /sec}$$

La sezione prevista per il tratto terminale della rete per le acque meteoriche con sezione circolare (**D = 400 mm**) per il **BACINO A** è quindi in grado di smaltire una portata maggiore a quella stimata di massima piena (**Q = 152 litri/sec. maggiore di Q= 118 l/sec**); quindi la verifica idraulica è positiva.

Le sezioni dei collettori di raccolta delle acque pluviali della copertura saranno progressivamente ridotte procedendo da valle verso monte con la riduzione delle superfici scolanti.

10) DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI ACCUMULO-LAMINAZIONE E DI DISPERSIONE DELLE ACQUE NEL SOTTOSUOLO.

Come accennato sopra, per evitare sovraccarichi idraulici nella rete di drenaggio esistente per rispettare le indicazioni del regolamento di invarianza idraulica, le portate meteoriche afferenti le superfici impermeabilizzate interne all'area di intervento verranno raccolte nelle sezioni dei collettori, convogliate e accumulate all'interno di pozzi di laminazione e successivamente disperse per infiltrazione nei primi strati del sottosuolo.

Dall'indagine geologica effettuata a cura della committenza è emerso che il livello della falda freatica posto ad una quota tale da non interferire con la dispersione delle acque per infiltrazione nel sottosuolo.

Relativamente al parametro che governa il fenomeno dell'infiltrazione e precisamente la permeabilità o coefficiente di permeabilità sulla base della relazione geologica fornita dal committente si ha un valore medio pari a :

$$K=0,0157 \text{ cm/sec}$$

Le caratteristiche idrogeologiche dei terreni interessati dalle opere di drenaggio di cui al presente progetto sono tali da permettere una discreta dispersione delle acque nel sottosuolo.

Il progetto dei sistemi di accumulo e dispersione delle acque, è legato alla determinazione della capacità di invaso W_m , in funzione della portata in uscita, atta a contenere il più critico evento meteorico di assegnato tempo di ritorno.

Nel caso specifico la portata in uscita ammissibile è costituita dalle sole acque che è possibile disperdere per infiltrazione nel sottosuolo.

Per la valutazione del volume d'invaso necessario a compensare le portate di pioggia in arrivo e quelle in uscita, si utilizzerà il metodo basato sull'utilizzo della curva di possibilità pluviometrica cosiddetto metodo delle sole piogge.

Con tale metodologia viene trascurata, ad eccezione delle sole perdite idrologiche, la trasformazione afflussi-deflussi che si realizza nel bacino a monte della vasca.

Agli effetti pratici, trascurando il processo di trasformazione afflussi-deflussi che avviene nel bacino scolante, si ha una sopravvalutazione delle portate di piena in ingresso vasca e quindi, di conseguenza, anche dei volumi di laminazione.

Il metodo, per bacini di modesta entità è cautelativo e a favore di sicurezza si adotta anche per il presente progetto e come verifica si confronteranno i valori risultanti dal calcolo con quelli di riferimento dei volumi di invaso di cui all' art. 12 (requisiti minimi) del Regolamento.

IL METODO DELLE SOLE PIOGGE

-Richiami teorici -

Il “*Metodo delle sole piogge*” si basa sulle seguenti assunzioni:

- l'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa $Q_e(t)$ nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata D e portata costante Q_e pari al prodotto dell'intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area oggetto di calcolo in funzione della durata di pioggia, per la superficie scolante impermeabile dell'intervento afferente all'invaso; con questa assunzione si ammette che, data la limitata estensione del bacino scolante, sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante afferente all'invaso. Conseguentemente l'onda entrante nell'invaso coincide con la precipitazione piovosa sulla superficie scolante impermeabile dell'intervento. La portata costante entrante è quindi pari a:

$$Q_e = S \cdot \phi \cdot a \cdot D^{n-1} \text{ e il volume di pioggia}$$

complessivamente entrante è pari a:

$$W_e = S \cdot \phi \cdot a \cdot D^n$$

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

n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica (desunti da ARPA Lombardia come esposto al paragrafo 1 del presente allegato) espressa nella forma:

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

-l'onda uscente $Qu(t)$ è anch'essa un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante Qu,lim (laminazione ottimale) e commisurata al limite prefissato in aderenza alle indicazioni sulle portate massime ammissibili di cui all'articolo 8 del regolamento. La portata costante uscente è quindi pari a:

$Qu,lim = S \cdot u_{lim}$ e il volume complessivamente uscito nel corso della durata D dell'evento è pari a:

$$W_u = S \cdot u_{lim} \cdot D$$

in cui u_{lim} è la portata specifica limite ammissibile allo scarico, di cui all'articolo 8 comma 1 del regolamento.

Sulla base di tali ipotesi semplificative il volume di laminazione è dato, per ogni durata di pioggia considerata, dalla differenza tra i volumi dell'onda entrante e dell'onda uscente calcolati al termine della durata di pioggia. Conseguentemente, il volume di dimensionamento della vasca è pari al volume critico di laminazione, cioè quello calcolato per l'evento di durata critica che rende massimo il volume di laminazione.

Quindi, il volume massimo ΔW che deve essere trattenuto nell'invaso di laminazione al termine dell'evento di durata generica D (invaso di laminazione) è pari a:

$$\Delta W = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n - S \cdot u_{lim} \cdot D$$

Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, ossia derivando rispetto alla durata D la differenza $\Delta W = W_e - W_u$, si ricava la durata critica D_w per l'invaso di laminazione e di conseguenza il volume di laminazione W_0 :

$$D_w = (Qu,lim / S \cdot \varphi \cdot a \cdot n)^{1/n-1} \quad (4)$$

$$W_0 = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - Qu_{max} \cdot D_w \quad (5)$$

Se si considerano per le varie grandezze le unità di misura solitamente utilizzate nella pratica:

W_0 in $[m^3]$

S in $[ha]$

a in $[mm/ora^n]$

D_w in $[ore]$

Qu,lim in $[l/s]$

le equazioni (4) e (5) diventano

$$D_W = (Q_{u,lim} / 2,78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n)^{1/n-1} \quad (4')$$

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_W^n - 3,6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_W \quad (5')$$

Introducendo in esse la portata specifica di scarico $u_{lim} = Q_{u,lim}/S$ (in l/s per ettaro) e il volume specifico di invaso $w_0 = W_0/S$ (in m³/ha) si ha:

$$D_W = (u_{lim} / 2,78 \cdot \varphi \cdot a \cdot n)^{1/n-1} \quad (4'')$$

$$w_0 = 10 \cdot \varphi \cdot a \cdot D_W^n - 3,6 \cdot u_{lim} \cdot D_W \quad (5'')$$

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

DIMENSIONAMENTO IDRAULICO POZZI DISPERSORI

BACINO A : Superfici stradali, marciapiedi, parcheggi e porzione della rotatoria

(superfici riferite alle sole opere di urbanizzazione) .

- Superficie scolante complessiva mq 3607,53 pari a 0,36 ettari

Si predimensionano i manufatti sulla base di parametri disponibili in letteratura tecnica .

Predimensionamento volume pozzi rapportata alla superficie scolante impermeabile:

$$W = 350 \text{ mc/ha}$$

Si prevede di utilizzare manufatti prefabbricati a forma cilindrica con le seguenti caratteristiche geometriche:

Diametro interno $D = 2,00$ metri

Diametro utile $D = 4,00$ considerando anche una porzione della corona perimetrale esterna riempita con materiale inerte grossolano di fiume

H utile riferita al fondo della tubazione in arrivo ai pozzi $H=3,500$ metri.

Calcolo delle superfici filtranti:

$$\text{Esterno pareti: } S = (2 \times 3,14 \times 1,0 \times 3,5) = 21,98 \text{ mq}$$

Non si considera il fondo dei manufatti come disperdente

Superficie totale effettiva disperdente di un pozzo:

$$S = 21,98 \text{ mq.}$$

Ipotizzando di installare **n. 6 pozzi** si ottiene:

$$S = 21,98 \times 6 = 131,88 \text{ mq}$$

Calcolo Portata di infiltrazione dei pozzi dispersori:

Permeabilità del terreno $K=0,0157 \text{ cm/sec}$

Portata di infiltrazione

$$Q_{\text{inf}} = K \times S \times J$$

dove:

K coeff. di permeabilità del terreno assunto pari $0,0157 \text{ cm/sec}$

S superficie d'infiltrazione per n. 3 pozzi (superficie esterna pozzi dispersori) mq 65,94

J cadente piezometrica (m/m) = 1

Quindi la portata di infiltrazione :

$$Q_{\text{inf}} = K \times S \times J = 0.000157 \text{ m/sec} \times 131,88 \text{ mq} \times 1 = 0,0207 \text{ mc/sec} = 20,70 \text{ l/sec}$$

CALCOLI NUMERICI PER SISTEMI DI ACCUMULO E DI INFILTRAZIONE

BACINO A : Superfici stradali, marciapiedi, parcheggi e porzione della rotatoria

Si calcola la durata critica per l'invaso di laminazione con l'espressione :

$$D_w = (Q_{u,\text{lim}} / 2,78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n)^{1/n-1}$$

dove :

$Q_{u,\text{lim}} = 20,70 \text{ l/sec}$ (corrispondere alla portata di infiltrazione)

$S = 0,36 \text{ ha}$ pari a 3607 mq (superficie scolante complessiva del bacino)

$\varphi = 1$

$a = a_1 \cdot w_t = 59,02 \text{ mm/ora}$

$n =$ esponente della curva di pioggia

si ottiene

$$D_w = (20,70 / 2,78 \cdot 0,36 \cdot 1 \cdot 59,02 \cdot 0,2854)^{1/0,2854-1} = 0,75 \text{ ore}$$

e l'invaso di laminazione per la durata critica con l'espressione

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3,6 \cdot Q_{u,\text{lim}} \cdot D_w$$

Sostituendo i valori

$$W_0 = 10 \cdot 0,36 \cdot 1 \cdot 59,02 \cdot 0,75^{0,2854} - 3,6 \cdot 20,70 \cdot 0,75 = 156,58 \text{ mc}$$

Quindi l'invaso di laminazione dovrà avere un volume utile minimo pari a mc. 156,58

VERIFICHE DEL SISTEMA DI LAMINAZIONE

Dalle elaborazioni di calcolo risulta un volume di laminazione necessario pari a **mc. 156,58** considerando la portata in uscita per infiltrazione dai pozzi nel sottosuolo, calcolata con il valore medio costante pari a **20,70 l/ sec** sempre riferita alla superficie del bacino scolante impermeabile pari a **Ha 0,360**.

Il sistema costituito dai pozzi dispersori ha un capacità di accumulo determinata dalla somma del volume netto dei pozzi e delle corone esterne ai pozzi di spessore medio pari a 100 cm. circa riempite con materiale naturale di cava grossolano ad alta permeabilità (percentuali vuoti 40%)

In dettaglio :

VOLUME SINGOLO POZZO	MC	10,99
VOUME DRENO PERIMETRALE	MC	18,00
VOLUME ACCUMULO SINGOLO POZZO e DRENO	MC	28,00
VOLUME COMPLESSIVO DI LAMINAZIONE N. 6 POZZI	MC	168

Che risulta maggiore del volume di laminazione calcolato con il metodo delle piogge necessario a compensare le portata in ingresso e quelle in uscita disperse nel sottosuolo pari a **MC 156,58** .

VERIFICA DEI REQUISITI MINIMI DELLE MISURE DI INVARIANZA

IDRAULICA E IDROLOGICA (Art. 12 REGOLAMENTO)

Il requisito minimo da soddisfare consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i valori parametrici di seguito riportati del volume minimo dell'invaso, di laminazione:

In particolare nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale media e ricadenti negli ambiti territoriali a media criticità, si devono rispettare i seguenti valori minimi :

per le aree B a media criticità idraulica :

500 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile ridotto del 30% con sistemi di infiltrazione (art. 11) e quindi pari a mc 126 ;

Nel progetto in esame il volume di laminazione dei pozzi è pari a **mc 168** e quindi maggiore del requisito minimo.

TEMPO DI SVUOTAMENTO INVASO

Calcolo del tempo di svuotamento invaso di laminazione:

VOLUME DELL'INVASO mc 168

PORTATA COSTANTE IN USCITA PER INFILTRAZIONE

$$q = 20,70 \text{ l/sec} = 74,52 \text{ mc/ora}$$

$$\text{TEMPO DI SVUOTAMENTO } T = 168 / 74,52 = 2,25 \text{ ore}$$

TEMPO MASSIMO DI SVUOTAMENTO PREVISTO DAL REGOLAMENTO

T = 48 ORE

VERIFICA SODDISFATTA

11) CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI COMPONENTI DELLA RETE DI DRENAGGIO DI LAMINAZIONE E DISPERSIONE.

RETE DI FOGNATURA DELLE ACQUE METEORICHE

Collettori acque meteoriche:

Diametri prevalenti **D = 315- 400 mm.** - Pendenza media dei tronchi terminale $i = 0,003-0,005$

Materiali/Scabrezza = PVC tipo - SN 8 – SDR34

Manufatti: Camerette di ispezione in calcestruzzo gettato in opera o prefabbricato
poste a distanza pari a 35-40 metri circa.

POZZI DISPERSORI

Prefabbricati ad anelli con diametro **D= 200 cm** e altezza utile **H= 350 cm**

Previsti complessivamente **n. 6 pozzi** il bacino A afferente le superfici stradali, dei parcheggi, dei marciapiedi e di parte della rotatoria di ingresso al comparto urbanistico.

Per i dettagli e particolari costruttivi dei MANUFATTI E DEGLI IMPIANTI si rimanda agli elaborati grafici allegati al progetto delle opere.

Fornovo S.G., 25.11.2022

Il progettista
dott. ing. Gianfranco Ferrario

