

COMUNE DI MANTOVA (MN)

INVARIANZA IDRAULICA E IDROGEOLOGICA

REALIZZAZIONE DI PARCHEGGI PER PIANO ATTUATIVO 2.3

CIRCONVALLAZIONE SUD

(R.R. 7 del 23 novembre 2017-R.R. 8 del 24 aprile 2019)

Committente:

Immobiliare Mantova na s.r.l.

Geologo:

Dott. Rosario Spagnolo

Gennaio 2020

San Giorgio Bigarello

Dott. Geol. Rosario Spagnolo

GEOLOGIA TECNICA-IDROGEOLOGIA

Via Stradella,35 – San Giorgio Bigarello (MN) 46051 Tel.Fax. 0376.262759 – 338.2949637 – e-mail ro.spagnolo@tiscali.it

INDICE DEI CAPITOLI

Sommario

A RELAZIONE TECNICA	1
1 PREMESSA	1
2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
3 VERIFICA SUPERFICIE IMPERMEABILE.....	5
4 STUDIO DEL PGT	6
5 VALUTAZIONE IDROLOGICHE	16
6 CONSIDERAZIONI IDRAULICHE E METODOLOGIA DI CALCOLO	20
7 CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE.....	21
8 SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE	26
9 TEMPO DI SVUOTAMENTO	29
10 CONCLUSIONI.....	30
B. DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE.....	31
C. PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA.....	33
D. ALLEGATO E	34

A RELAZIONE TECNICA

1 PREMESSA

Il presente elaborato consiste nella Relazione di Invarianza idraulica ed idrogeologica ai sensi del Regolamento Regionale 23 novembre 2017 n.7 e s.m.i. relativa alla realizzazione di n.3 parcheggi all'interno del piano attuativo 2.3 Circonvallazione Sud.

Si prefigge di garantire il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrologica ai sensi del Regolamento Regionale n.7 del 23 novembre 2017 della Regione Lombardia (modificato con il R.R. n. 8 del 19 aprile 2019).

Lo studio deve verificare l'entità di variazione del grado di permeabilità e la modalità di risposta agli eventi meteorici del suolo, e conseguentemente individuare le superfici atte a favorire l'infiltrazione delle acque nel suolo.

Di seguito si riporta la planimetria di progetto:



La relazione è articolata nelle seguenti fasi:

- Localizzazione dell'intervento con definizione area di criticità comunale ricadente
- Individuazione superficie impermeabile di copertura in progetto
- Verifiche idrologiche locali e stima del bilancio idrologico
- Proposte di dispersione delle acque all'interno della proprietà

L'indagine, ai sensi del D. M. 17.1.2018, DELLA D.G.R. IX/2616 DEL 30.11.2011 e della D.G.R. 30.3.2016 N. X/5001, si prefigge i seguenti obiettivi:

*Invarianza idraulica e idrologica
ai sensi del R.R. n.7 del 23 novembre 2017 e s.m.i.*

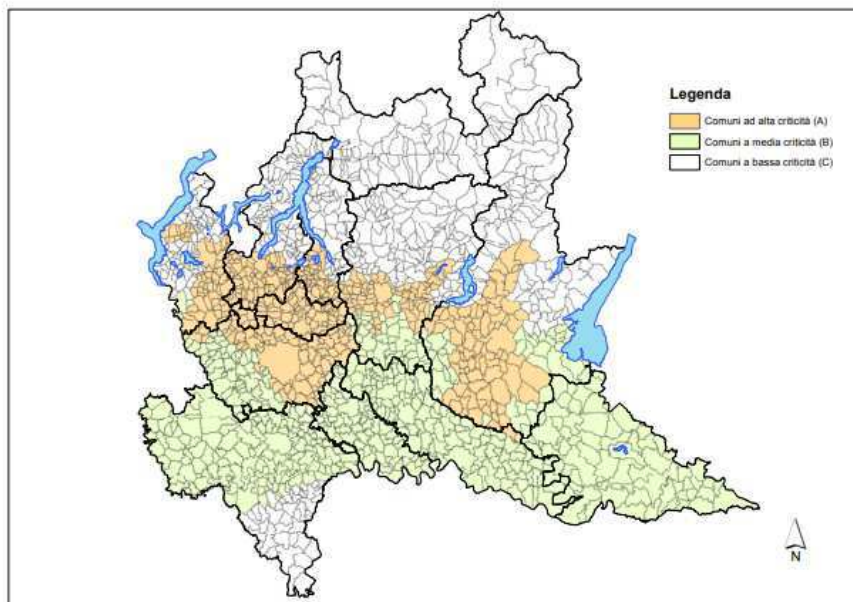
- valutare la situazione geologico-morfologica locale per verificare la stabilità dell'area;
- definire la natura e la stratigrafia dei terreni interessati dall'intervento;
- definire il livello della superficie piezometrica locale;

La verifica di compatibilità idraulica valuta l'ammissibilità degli interventi di trasformazione, considerando le interferenze con le pericolosità idrauliche presenti e la necessità di prevedere interventi per la mitigazione del rischio, indicandone l'efficacia in termini di riduzione della specifica pericolosità. Le norme contemplano altresì la previsione delle misure compensative, rivolte al perseguimento del principio dell'invarianza idraulica della trasformazione.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'intervento in progetto si trova nel Comune di Mantova. Ai sensi del R.R. del 19 aprile 2019, n. 8, il territorio Lombardo è stato suddiviso in tre ambiti in cui sono inseriti i Comuni, in base alla criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori. Ad ogni Comune è associata una criticità (Allegato C del R.R. del 19 aprile 2019, n.8):

- A- alta criticità
- B- Media criticità
- C- Bassa criticità



Distribuzione Aree di criticità idraulica e idrologica Regione Lombardia

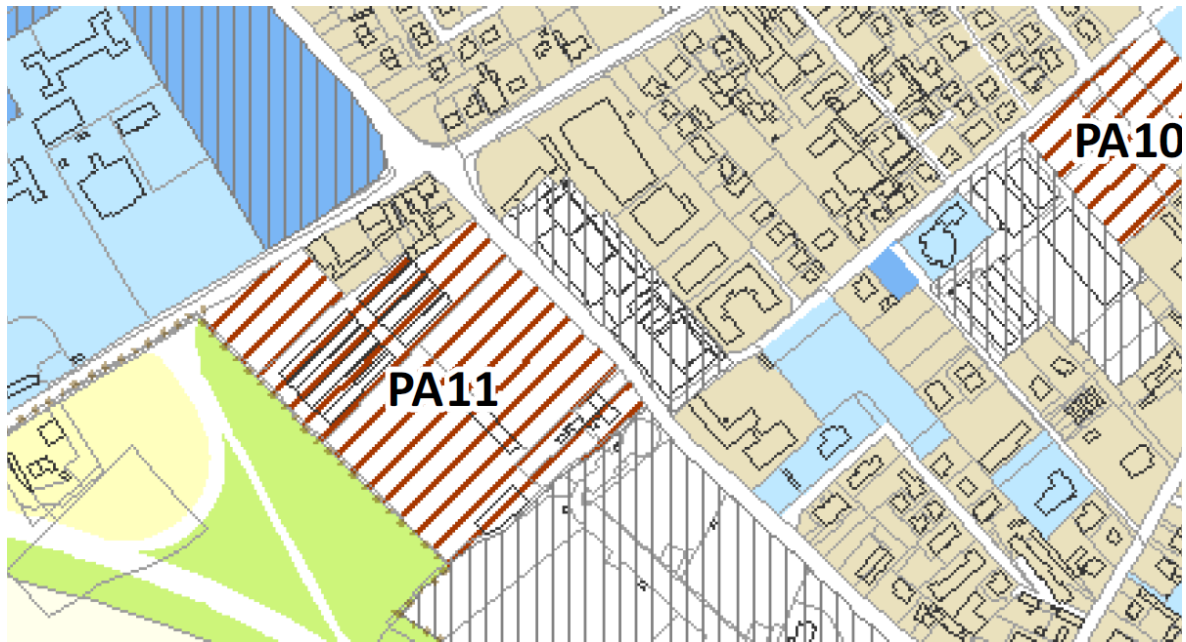
Il territorio di Mantova, oggetto del nostro intervento ricade in area di criticità B come si osserva dallo stralcio dell'Allegato C del citato R.R. del 19 aprile 2019, n. 8 di seguito allegato.

MANERBA DEL GARDA	BS	B	
MANERBIO	BS	A	0,8
MANTELLO	SO	C	
MANTOVA	MN	B	
MAPELLO	BG	A	
MARCALLO CON CASONE	MI	B	
MARCARIA	MN	B	

Art. 7 comma 5 del R.R. n.7 del 23 novembre 2017 e s.m.i.

“Indipendentemente dall'ubicazione territoriale, sono assoggettate ai limiti e alle procedure indicati nel presente regolamento per le aree A di cui al comma 3, anche le aree lombarde inserite nei PGT comunali come ambiti di trasformazione o anche come piani attuativi previsti nel piano delle regole

Estratto dalla carta della modalità d'intervento per destinazioni d'uso



Trasformazioni del tessuto consolidato

- | | | |
|--|--|------------------------|
| | Comparti assoggettati a strumento attuativo adottato/approvato o a titolo edilizio convenzionato | (Art. D23) |
| | Comparti da assoggettare a pianificazione attuativa : | |
| | Piani di completamento in ambito urbano | (art. D24 e all. 4 PR) |
| | Ambiti dismessi o degradati da assoggettare a recupero e riqualificazione | (art. D24 e all. 4 PR) |
| | Piano a destinazione produttiva prevalente | (art. D24 e all. 4 PR) |
| | Immobili da assoggettare a titolo edilizio convenzionato : | |
| | Edifici produttivi da riconvertire | (art. D25) |

3 VERIFICA SUPERFICIE IMPERMEABILE

L'intervento in progetto prevede le seguenti nuove superfici impermeabili:



	SUPERFICIE IMPERMEABILE MQ ($\Phi=1$)	SUPERFICIE TOTALE MQ
Area parcheggio 1	654	654
Area parcheggio 2	118	118
Area parcheggio 3	172	172
Area totale	944	944

Ai sensi del R.R. n.8 le verifiche idrauliche sono condotte attraverso diversi approcci progettuali a seconda della superficie dell'intervento:

1. Superficie fino a 300 m^2
- 2. Superficie $> 300 \text{ m}^2$ e $\leq 1.000 \text{ m}^2$**
3. Superficie $> 1.000 \text{ m}^2$ e $\leq 10.000 \text{ m}^2$
4. Superficie $> 10.000 \text{ m}^2$ e $\leq 100.000 \text{ m}^2$
5. Superficie $> 100.000 \text{ m}^2$

Nel nostro caso ci troviamo nel punto 2. Superfici fino a 1.000.

Pertanto come prevede il R.R. con superfici comprese tra 300 e 1.000 m^2 si potrà utilizzare il Metodo delle sole piogge ai sensi dell'art. 11 Coma 2 del citato R.R.7.

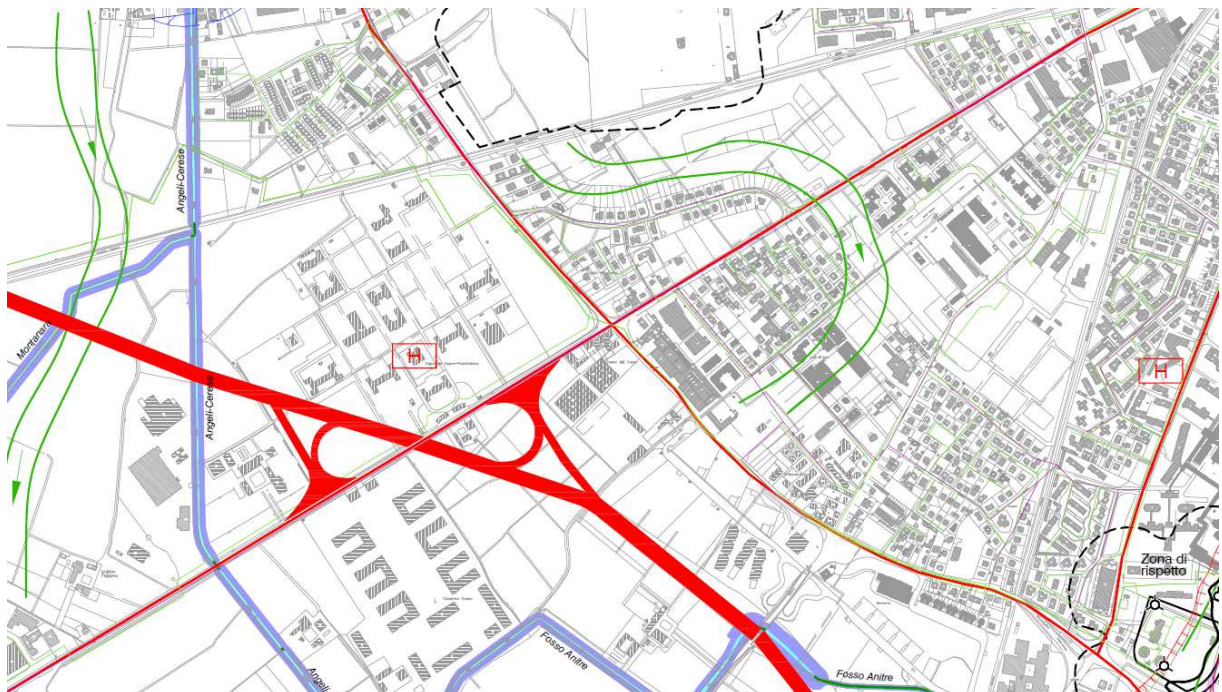
Di seguito si riporta uno schema che identifica la metodologia di calcolo del progetto di Invarianza idraulica e idrologica.

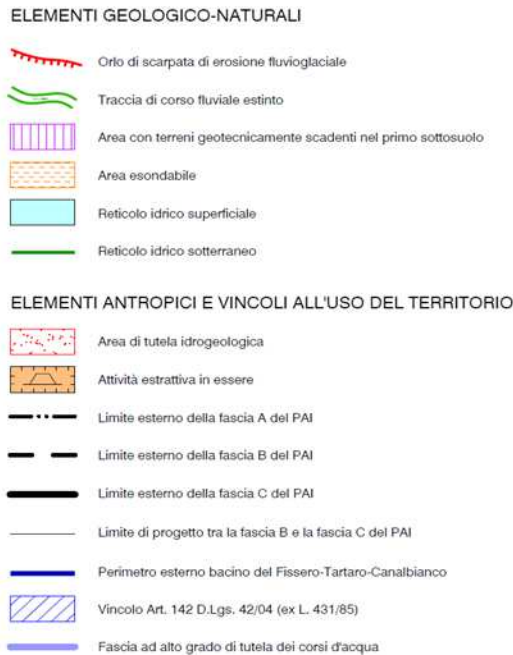
CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUS- SO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	$\leq 0,03$ ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da $> 0,03$ a $\leq 0,1$ ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	$\leq 0,4$	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da $> 0,03$ a $\leq 0,1$ 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 $> 0,1$ a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	$\leq 0,4$		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	$> 0,4$	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

4 STUDIO DEL PGT

4.1 RISCHIO IDRAULICO

Dall'analisi della carta dei vincoli si evince come l'area non ricada all'interno di alcun vincolo di tipo geologico-idrogeologico.





4.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE

L'evoluzione geologica dell'area risulta connessa allo sviluppo della catena alpina prima e di quella appenninica nella fase successiva, costituendo l'avanfossa di entrambi i sistemi.

Dal Pliocene ad oggi tale depressione, dal profilo asimmetrico, con minore inclinazione del lato settentrionale, è stata progressivamente colmata da sedimenti dapprima marino-transizionali e quindi strettamente continentali.

Strutturalmente l'area in esame ricade in un settore monoclinale (Pedealpine Homocline), limitato, a nord, dal fronte di sovrascorrimento subalpino, il cui lembo esterno corrisponde alla struttura compressiva di Volta Mantovana, e, a sud, dal fronte di accavallamento esterno dell'Appennino sepolto nella zona di virgazione che l'arco occidentale delle Pieghe Ferraresi forma con il sistema delle Pieghe Emiliane. Ciò si spiega con il fatto che nel Mantovano è stata individuata la cosiddetta "zona ostacolo" ritenuta responsabile di tale disallineamento e coincidente con una significativa anomalia aereo-magnetica positiva del Basamento Magnetico connessa alla presenza di intrusioni basiche. A causa del suo comportamento prevalentemente rigido la monoclinale padana non sembra essere stata interessata dalle deformazioni legate alla fase parossistica terziaria sebbene alcuni ricercatori abbiano riconosciuto blandi fenomeni di compressione esercitati dal Fronte Appenninico.

L'evoluzione del bacino padano vede, a partire dal Messiniano, la quasi completa cessazione dei movimenti tettonici legati all'edificio alpino. Nel contempo si registra un sensibile spostamento verso nord-est del fronte dell'Appennino settentrionale. Da questo momento le geometrie deposizionali del bacino padano sono strettamente legate ai repentini sollevamenti e movimenti in avanti delle falde nord Appenniniche e dai lunghi periodi di relativa calma e subsidenza isostatica dei bacini. Il margine meridionale del bacino padano, a ridosso del fronte appenninico risente in modo consistente di tali movimenti. Il margine settentrionale risente invece in modo più blando di quanto succede nel bacino. I movimenti sono registrati da superfici di erosione arealmente anche molto estese, dalla riattivazione di strutture mioceniche sepolte e dalla deposizione di livelli detritici fini legati a movimenti eustatici.

Gli studi della successione sedimentaria plio-pleistocenica padana ne hanno messo in evidenza il carattere tendenzialmente regressivo. Infatti, i depositi torbiditici di mare profondo, presenti alla base, sono ricoperti da un prisma sedimentario all'interno del quale si distinguono le seguenti facies: scarpata, piattaforma esterna, litorale, deltizia/lagunare e fluviale.

I corpi sedimentari presentano due direzioni prevalenti di progradazione: la prima assiale rispetto al bacino Padano, est vergente, originata dal paleo-delta del Po; la seconda trasversale sud-est vergente, originata dai sistemi deltizi ad alimentazione alpina.

Le principali classi di sistemi deposizionali possono essere raggruppate come segue:

Piana alluvionale ad alimentazione assiale (paleo-Po) Conoide alluvionale e piana alluvionale ad alimentazione alpina e appenninica Delta ad alimentazione assiale (paleo Po) alpina ed appenninica Delta conoide alpino ed appenninico Piana costiera Piattaforma sommersa scarpate sottomarina Piana bacinale.

L'organizzazione verticale delle facies all'interno delle prime quattro classi di sistemi deposizionali, ed in particolare nei sistemi di piana alluvionale, di conoide alluvionale e nei sistemi deltizi, è invariabilmente costituita dall'alternanza ciclica di corpi sedimentari a granulometria prevalentemente grossolana con corpi a granulometria fine. Molte volte è possibile distinguere una gerarchia di spessori, con insiemi di cicli di rango inferiori spessi alcuni metri che costituiscono cicli di rango superiore, spessi alcune decine metri.

Si può ipotizzare che tali unità cicliche rappresentano fasi sedimentarie di alta energia alternate a fasi di bassa energia dovute rispettivamente all'attivazione e alla disattivazione dei sistemi deposizionali. Per quanto concerne l'evoluzione tettonica di questo settore della pianura gli studi hanno evidenziato che, a partire dal Pliocene inferiore fino a tutto il Pleistocene (Intervallo II + III da 5.3 a 0.7 m.a.), si evidenzia una lenta subsidenza generalizzata non compensata dalla sedimentazione.

Nell'intervallo successivo (Intervallo IV - 700.000-18.000 anni) si assiste ad un progressivo riempimento del bacino e il motivo tettonico predominante continua ad essere l'abbassamento generalizzato di tutta l'area. Tale movimento è stato dedotto dal notevole spessore dei sedimenti continentali.

In particolare, per quanto riguarda l'area mantovana risulta legata all'attività di un disturbo tettonico lineare indicato come Faglia dei Laghi di Mantova. Questa, individuata come una dislocazione a direzione E-W, risulterebbe attiva anche nell'intervallo successivo (Intervallo V - 18.000-attuale) e viene ritenuta responsabile dell'inflessione del fiume Mincio e quindi della formazione dei Laghi di Mantova.

La presenza di depositi torbosi superficiali o a debole profondità localizzati in una fascia lungo tale elemento lineare testimonierebbe un abbassamento differenziale della zona a sud di tale dislocazione, fornendole carattere di faglia diretta.

Il sito in oggetto si colloca a nord del lago di Mezzo di Mantova, in un ambito urbanizzato.

Dal punto di vista geologico il sito si colloca all'interno di depositi fluvioglaciali e fluviali costituiti da successioni di limi, sabbie e ghiaie con intercalazioni di argilla della media pianura.

ASSETTO MORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

L'evoluzione geologica della pianura padana qui in esame è collegata allo sviluppo delle avansosse alpina e appenninica; questo grande bacino che durante il Pliocene e parte del Pleistocene risulta corrispondere ad un golfo occupato da acque marine e caratterizzato da successive ingressioni e regressioni, presenta un profilo asimmetrico con inclinazione del lato meridionale dove, in prossimità del

margine appenninico, lo spessore dei sedimenti plio-pleistocenici supera i 7.000 metri.

Dal Pliocene ad oggi si è pertanto verificato un imponente fenomeno di sedimentazione in presenza di un'accentuata subsidenza. In particolare lo spessore complessivo dei depositi quaternari può raggiungere nel mantovano valori notevoli: la base del Quaternario è infatti segnalata a 500-1000 metri nell'area delle colline moreniche, nella fascia pedecollinare e a sud del fiume Po in destra Secchia, a 1.500 metri nella media pianura e a sud del Po in sinistra Secchia, a 2.000 metri nel settore su occidentale della provincia.

Nel corso del Pleistocene medio-superiore il bacino appare in gran parte colmato e divengono attivi i processi geomorfologici legati in particolare al reticolo idrografico; durante i vari intervalli interglaciali e soprattutto nel corso dell'ultima fase post-glaciale si verificò il rapido riempimento delle aree esterne agli apparati morenici con depositi fluvioglaciali e fluviali; le conoidi ciottolose-ghiaiose-sabbiose dell'alta pianura (Sandur) passano, per alternanza, ai depositi fluviali con granulometria prevalentemente fine, limosa-argillosa, nella bassa e media pianura. Le unità geologiche affioranti nel territorio mantovano sono elusivamente di ambiente continentale e costituite da morene, depositi fluvioglaciali ed alluvioni di età compresa tra il Pliocene e l'Olocene.

Il Comune di Mantova ricade all'interno della bassa pianura mantovana, in un contesto territoriale in cui il paesaggio, dal punto di vista morfologico, è caratterizzato dalla presenza di forme poco evidenti. Tali forme sono essenzialmente legate a processi di origine fluvio-glaciali. Detta pianura si è formata come sandur proglaciale cioè come un'entità continua con lievi ma costanti variazioni delle caratteristiche topografiche, granulometriche, morfologiche e pedologiche (sandur prossimale, intermedio e distale).

La sua evoluzione è, pertanto, legata alla presenza di un imponente sistema glaciale che ha portato alla formazione del livello fondamentale della pianura successivamente inciso dai corsi d'acqua principali.

Il settore orientale si trova sul livello fondamentale della pianura, il quale si presenta come livello monotono, con morfologie naturali, che in zona si sviluppano a piccola scala, e conferiscono all'area un aspetto debolmente ondulato, movimentato da forme allungate talora convesse e talora concave.

La pianura lombarda, in cui ricade il Comune di Mantova, rappresenta una delle maggiori riserve idriche europee. Infatti, la struttura idrogeologica del territorio è caratterizzata dalla presenza di potenti livelli acquiferi sfruttabili, in particolare nella media e nella bassa pianura.

Lo stato delle conoscenze, relativamente buono e chiaramente descritto nella Relazione Generale del Programma di Tutela e Uso delle Acque della Regione Lombardia, "Classificazione dello stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei di pianura", consente di distinguere le seguenti aree idrogeologicamente importanti:

- Zona di ricarica delle falde: corrisponde alla parte settentrionale della pianura dove dominano le alluvioni oloceniche e sedimenti fluvioglaciali pleistocenici, a granulometria grossolana, e l'acquifero è praticamente ininterrotto da livelli poco permeabili. Detta area si estende quasi completamente a monte della fascia delle risorgive. In questa zona l'infiltrazione da piogge, nevi e irrigazioni, permette la ricarica tanto della prima falda come delle falde profonde.
- Zona di non infiltrazione alle falde: si trova sempre nella parte alta della pianura ma corrisponde alle aree in cui affiora la roccia impermeabile o dove è presente una copertura argillosa (depositi fluvioglaciali del Pleistocene medio e antico).
- Zona ad alimentazione mista: è ubicata nella zona centrale e meridionale della pianura, in cui le falde superficiali sono alimentate da infiltrazioni locali, ma non trasmettono tale afflusso alle falde più profonde, dalle quali sono separate da diaframmi poco permeabili. Si tratta dell'area corrispondente alla massima parte della pianura.
- Zona di interscambio tra falde superficiali e profonde si rinviene in corrispondenza dei corsi d'acqua principali, soprattutto del fiume Po.

Le caratteristiche idrogeologiche risultano strettamente dipendenti dalla natura dei depositi fluviali e fluvioglaciali in quanto le caratteristiche granulometriche condizionano il grado di permeabilità e di conseguenza le modalità della circolazione idrica sotterranea.

Le principali variazioni litologiche sono contraddistinte dalla progressiva prevalenza di terreni limoso-argillosi, che si verifica sia con l'aumento della profondità sia procedendo da nord verso sud. Gli acquiferi di maggiore potenzialità si trovano entro i primi 100 metri di profondità, sede di falde libere che traggono

alimentazione per lo più dall'infiltrazione superficiale delle acque meteoriche e irrigue.

Più in profondità, si hanno ulteriori acquiferi sabbiosi o, più raramente, sabbioso-ghiaiosi con falde confinate, intercalati a prevalenti limi e argille, che traggono la loro alimentazione dalle aree poste più a nord e dallo scambio con gli acquiferi soprastanti, laddove i setti argillosi di separazione sono discontinui. Secondo la ricostruzione idrostratigrafica tradizionale nella pianura lombarda, facendo riferimento alle caratteristiche di permeabilità dei litotipi e alla loro disposizione geometrica, vengono identificati i seguenti complessi acquiferi principali:

Acquifero tradizionale:

E' l'acquifero superiore, comunemente sfruttato dai pozzi pubblici. La base di tale acquifero è generalmente definita dai depositi superficiali Villafranchiani (Pleistocene Inferiore).

A partire dalla media pianura esso risulta suddiviso, da un livello poco permeabile di spessore variabile, comunque, in aumento verso la bassa pianura, in un acquifero superficiale generalmente freatico e nel sottostante acquifero tradizionale s.s., semiconfinato.

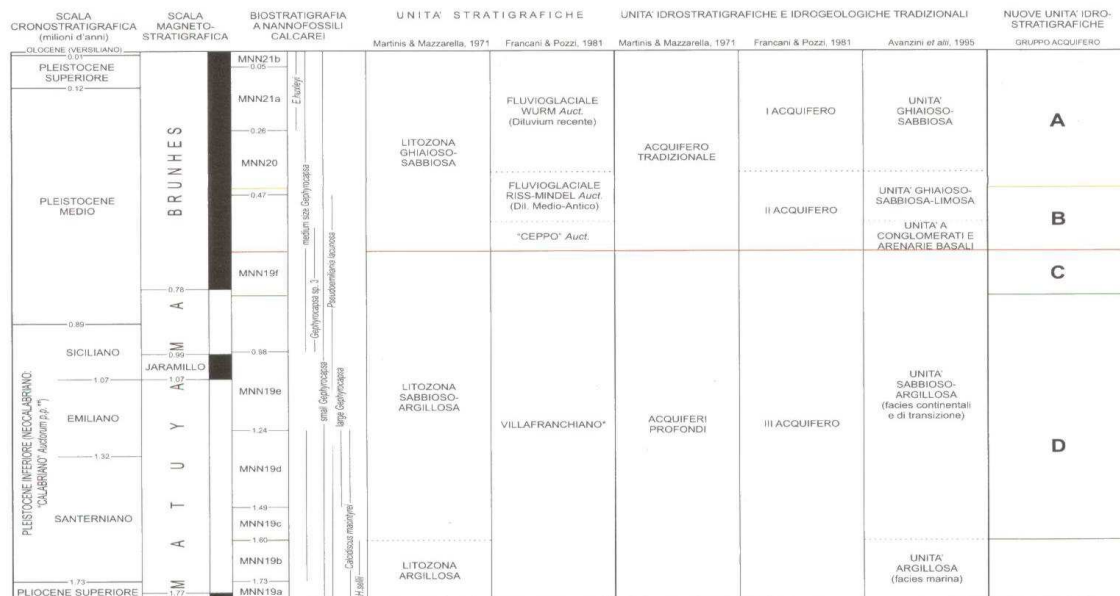
Acquifero profondo:

E' costituito dai livelli permeabili presenti all'interno dei depositi continentali del Pleistocene inferiore ed è a sua volta suddiviso in quattro corpi acquiferi minori (acquifero multistrato), separati da banchi argillosi anche molto spessi e continui.

Differentemente, secondo gli studi effettuati dalla Regione Lombardia, il bacino padano può essere suddiviso in quattro unità idrostratigrafiche (Gruppi Acquiferi A, B, C, D) separate da barriere impermeabili che si sviluppano a scala regionale.

All'interno di ogni Gruppo Acquifero vi è un'ulteriore compartimentazione in unità idrostratigrafiche di rango inferiore (Complessi Acquiferi), a loro volta separate da setti impermeabili caratterizzati da una più limitata continuità laterale.

Nello studio viene anche proposta una correlazione con le altre interpretazioni idrogeologiche, affiancando i nuovi gruppi acquiferi con le unità idrogeologiche e/o idrostratigrafiche tradizionali sopradescritte.



Come evidenziato nello studio Regione Lombardia-Eni, nel territorio del Comune di Mantova, il Gruppo Acquifero A presenta una superficie basale impermeabile ad una profondità variabile: inferiore a 100 m da piano campagna, nella zona più settentrionale, e via via maggiore verso sud, dove raggiunge una profondità di quasi 200 m.

Nella stessa direzione si registra un aumento dello spessore cumulativo dei livelli porosi permeabili, il quale risulta sempre compreso tra 40 e 80 m.

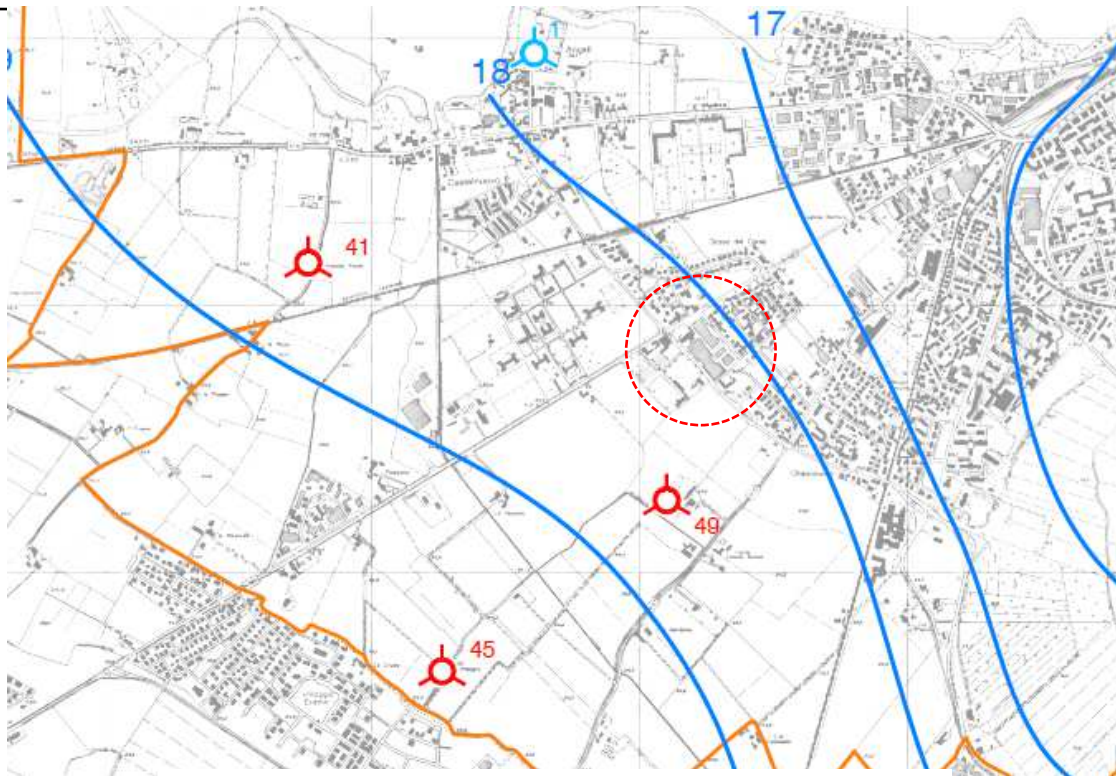
Al di sotto della barriera di permeabilità regionale, si rinvenivano i gruppi più profondi. Va però segnalato che, già il Gruppo Acquifero B non rappresenta più un acquifero utile, in quanto sono presenti delle acque salate.

Con riferimento alla ricostruzione idrostratigrafica tradizionale nella pianura lombarda, si può invece affermare che, per quanto concerne la zona in esame, l'acquifero utile è solo quello tradizionale in quanto quelli profondi risultano occupati da acque salate.

Dall'esame di tale elaborato grafico, si nota come almeno nei primi 80 m da piano campagna, siano dominanti i depositi a permeabilità elevata (depositi prevalentemente sabbioso-ghiaiosi), mentre i livelli a permeabilità bassa (depositi prevalentemente argilloso-limosi) presentino spessori modesti e risultino difficilmente correlabili tra le differenti verticali indagate.

Ne consegue che il primo acquifero si configura come un monostrato solo localmente compartimentato dagli orizzonti a minore permeabilità.

La falda è stata individuata alla profondità di 5 m da p.c. .



LEGENDA IDROGEOLOGICA

	42	Pozzo della rete di controllo del chimismo delle acque sotterranee con numero d'ordine
	2*	Pozzo della rete di controllo della piezometria con numero d'ordine (il simbolo * indica che il pozzo è utilizzato anche per il controllo del chimismo)
10		Numerazione progressiva di pozzi esistenti nel Comune di Mantova
2B		Numerazione progressiva di pozzi esistenti nei Comuni di Bagnolo San Vito (B), Borgoforte (Bo), Curtatone (C), Marmirolo (M), Porto Mantovano (P) e Viriglio (V)
	20	Isopieze riferite al l.m. con equidistanza di 1 m; rilievo luglio 2003

4.2 CARATTERISTICHE DI PERMEABILITA' DEL SITO

Al fine di determinare le caratteristiche della permeabilità dei terreni studiati è stata ricostruita la stratigrafia a seguito di un pozzetto esplorativo.

La successione litostratigrafia dell'area in esame è la seguente:

STRATIGRAFIA				
A	0.0	-	0.40	m terreno vegetale
B	0.40	-	10.00	m deposito sabbioso

La falda la si rinviene a 5.00 m da p.c..

La determinazione del coefficiente di permeabilità K è stata effettuata tramite una prova di permeabilità tipo Lefranc a livello variabile, secondo le norme AGI 1977. Essa è stata realizzata durante l'esecuzione del sondaggio geognostico.

Si tratta di una prova puntuale la quale ha interessato lo strato di terreno compreso tra 0.4 m da p.c. fino al fondo scavo. Tra 0.4 e 1.4 m da p.c. si è costruita la lanterna entro la quale si è calcolata K , mentre la parte rimanente del foro è stata rivestita con tubo in PVC. L'esecuzione della prova consiste nel riempire con acqua pulita la parte vuota del tubo, ovvero la parte sopra falda. Quindi, all'istante in cui si sospende l'immissione dell'acqua si misura l'altezza del livello e si fa partire il contasecondi annotando ora e minuti di partenza. Poi successivamente, si eseguono le letture del livello a intervalli di tempo annotando sia il livello dell'acqua che il tempo di ciascuna lettura.

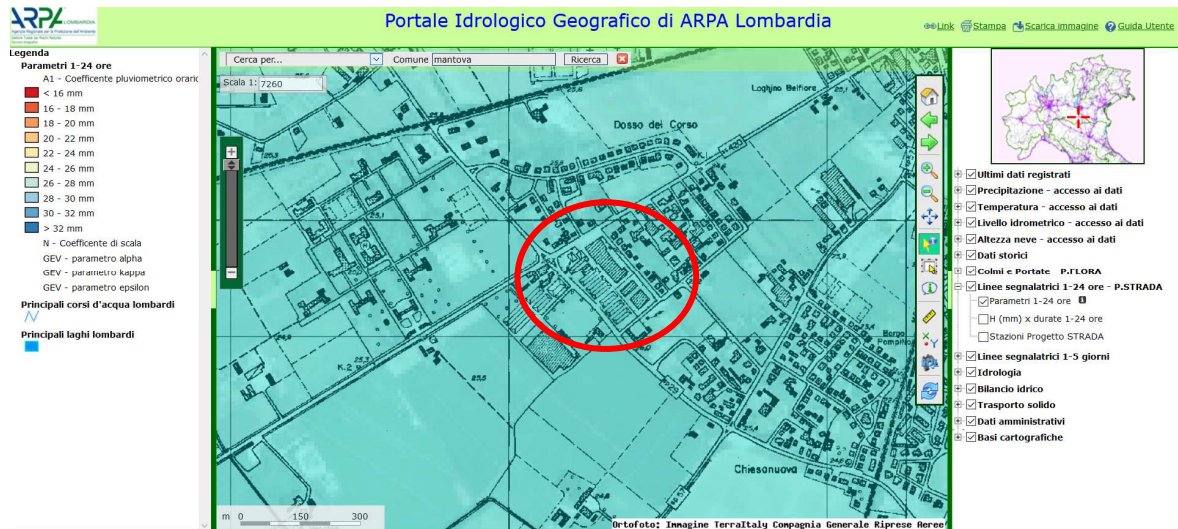
Il valore di K trovato è:

Sondaggio	Intervallo di prova (m dal p.c.)	Litozona	K (m/s)
S1	0.4-1.4	Deposito sabbioso	1×10^{-3}

5 VALUTAZIONE IDROLOGICHE

Utilizzando il programma idrologico della Regione Lombardia (dati idrologici ARPA) sono stati calcolati i valori di pioggia intensa in mm/h utilizzando il coefficiente pluviometrico orario considerando l'area oggetto in studio.

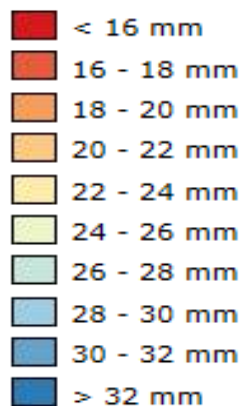
Valutazione Idrologiche con programma ARPA – Individuazione area in esame



Legenda

Parametri 1-24 ore

A1 - Coefficiente pluviometrico orario



N - Coefficiente di scala

GEV - parametro alpha

GEV - parametro kappa

GEV - parametro epsilon

Principali corsi d'acqua lombardi



Principali laghi lombardi



Livello: Parametri 1-24 ore

Parametro	Valore
A1 - Coefficiente pluviometrico orario	26.51
N - Coefficiente di scala	0.25350001
GEV - parametro alpha	0.2705
GEV - parametro kappa	-0.059099998
GEV - parametro epsilon	0.82679999

Di seguito si riportano i coefficienti ricavati con tempi di ritorno 50, 100 e 200 anni:

PIOGGIA INTENSA IN mm/h	
TEMPO DI RITORNO	
50	53.38
100	59.82
200	66.50

Di seguito si riportano la tabella di calcolo della linea segnalatrice 1-24 ore e il diagramma delle Linee Segnalatrici di probabilità pluviometrica tratto dal programma idrologico di ARPA Lombardia per tempi di ritorno di 5-10-20-50-100 e 200 anni.

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località:

Coordinate:

Linea segnatrice

Tempo di ritorno (anni) **50**Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 26,51

N - Coefficiente di scala 0,25350001

GEV - parametro alpha 0,2705

GEV - parametro kappa -0,0591

GEV - parametro epsilon 0,8267999

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore] **1**Precipitazione cumulata [mm] **53,3882992**

Formulazione analitica

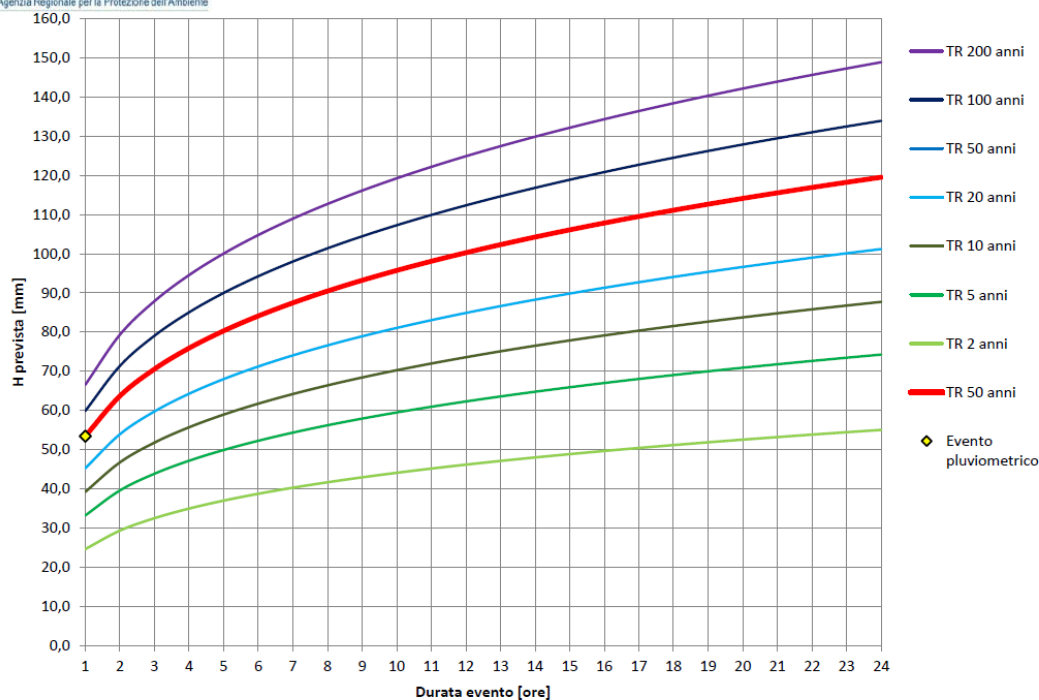
$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

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

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	0,92702	1,25106	1,47786	1,70507	2,01389	2,25672	2,50883	2,01389284
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	24,6	33,2	39,2	45,2	53,4	59,8	66,5	53,3882992
2	29,3	39,5	46,7	53,9	63,6	71,3	79,3	63,6439598
3	32,5	43,8	51,8	59,7	70,5	79,0	87,9	70,5336452
4	34,9	47,1	55,7	64,2	75,9	85,0	94,5	75,8696883
5	37,0	49,9	58,9	68,0	80,3	90,0	100,0	80,2851067
6	38,7	52,2	61,7	71,2	84,1	94,2	104,7	84,0828523
7	40,2	54,3	64,2	74,0	87,4	98,0	108,9	87,4336176
8	41,6	56,2	66,4	76,6	90,4	101,3	112,7	90,4439262
9	42,9	57,9	68,4	78,9	93,2	104,4	116,1	93,1851206
10	44,1	59,5	70,2	81,0	95,7	107,2	119,2	95,7075273
11	45,1	60,9	72,0	83,0	98,0	109,9	122,1	98,0480909
12	46,1	62,3	73,6	84,9	100,2	112,3	124,9	100,234803
13	47,1	63,5	75,1	86,6	102,3	114,6	127,4	102,289425
14	48,0	64,7	76,5	88,2	104,2	116,8	129,8	104,229236
15	48,8	65,9	77,8	89,8	106,1	118,9	132,1	106,068208
16	49,6	67,0	79,1	91,3	107,8	120,8	134,3	107,817812
17	50,4	68,0	80,3	92,7	109,5	122,7	136,4	109,487591
18	51,1	69,0	81,5	94,1	111,1	124,5	138,4	111,085578
19	51,8	70,0	82,6	95,3	112,6	126,2	140,3	112,618603
20	52,5	70,9	83,7	96,6	114,1	127,8	142,1	114,092528
21	53,2	71,8	84,8	97,8	115,5	129,4	143,9	115,512422
22	53,8	72,6	85,8	99,0	116,9	131,0	145,6	116,882704
23	54,4	73,4	86,7	100,1	118,2	132,5	147,3	118,207248
24	55,0	74,2	87,7	101,2	119,5	133,9	148,9	119,489474

Linee segnatrici di probabilità pluviometrica


Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

 Località:
 Coordinate:

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

 A1 - Coefficiente pluviometrico orario 26,51
 N - Coefficiente di scala 0,25350001
 GEV - parametro alpha 0,2705
 GEV - parametro kappa -0,0591
 GEV - parametro epsilon 0,8267999

Linea segnatrice

 Tempo di ritorno (anni) **100**
Evento pluviometrico

 Durata dell'evento [ore] **1**

 Precipitazione cumulata [mm] **59,8256168**

Formulazione analitica

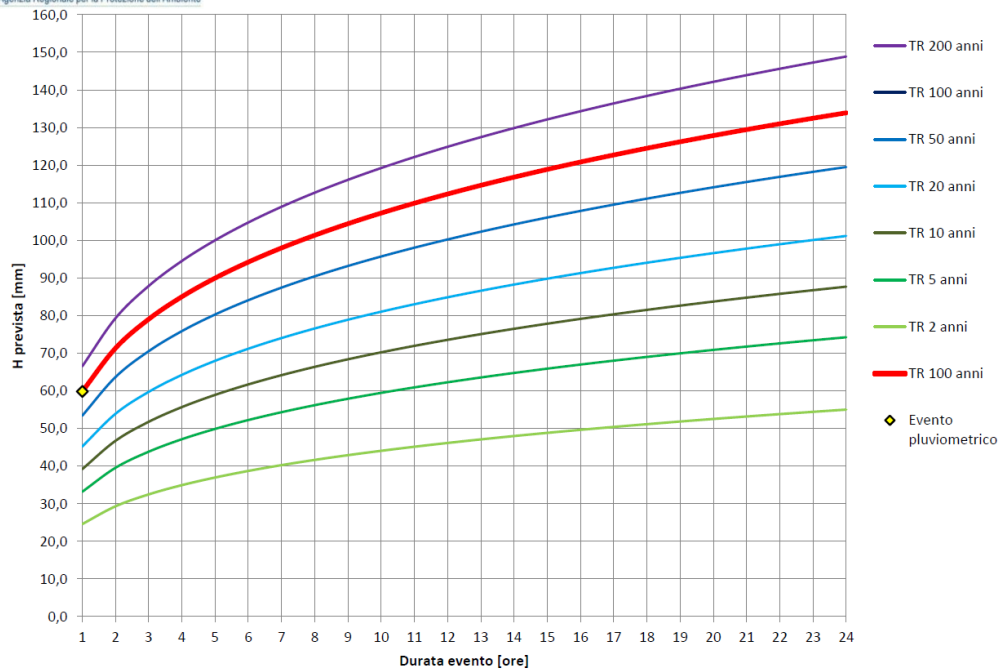
$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

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

Bibliografia ARPA Lombardia:

<http://idro.arpalombardia.it/manual/lspg.pdf>
http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf
Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	100
wT	0,92702	1,25106	1,47786	1,70507	2,01389	2,25672	2,50883	2,25671885
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 100 anni
1	24,6	33,2	39,2	45,2	53,4	59,8	66,5	59,8256168
2	29,3	39,5	46,7	53,9	63,6	71,3	79,3	71,3178582
3	32,5	43,8	51,8	59,7	70,5	79,0	87,9	79,0382704
4	34,9	47,1	55,7	64,2	75,9	85,0	94,5	85,0177092
5	37,0	49,9	58,9	68,0	80,3	90,0	100,0	89,9655187
6	38,7	52,2	61,7	71,2	84,1	94,2	104,7	94,2211791
7	40,2	54,3	64,2	74,0	87,4	98,0	108,9	97,9759643
8	41,6	56,2	66,4	76,6	90,4	101,3	112,7	101,349242
9	42,9	57,9	68,4	78,9	93,2	104,4	116,1	104,420957
10	44,1	59,5	70,2	81,0	95,7	107,2	119,2	107,247504
11	45,1	60,9	72,0	83,0	98,0	109,9	122,1	109,870282
12	46,1	62,3	73,6	84,9	100,2	112,3	124,9	112,320659
13	47,1	63,5	75,1	86,6	102,3	114,6	127,4	114,623017
14	48,0	64,7	76,5	88,2	104,2	116,8	129,8	116,796722
15	48,8	65,9	77,8	89,8	106,1	118,9	132,1	118,857429
16	49,6	67,0	79,1	91,3	107,8	120,8	134,3	120,817992
17	50,4	68,0	80,3	92,7	109,5	122,7	136,4	122,689105
18	51,1	69,0	81,5	94,1	111,1	124,5	138,4	124,47977
19	51,8	70,0	82,6	95,3	112,6	126,2	140,3	126,197641
20	52,5	70,9	83,7	96,6	114,1	127,8	142,1	127,849285
21	53,2	71,8	84,8	97,8	115,5	129,4	143,9	129,440383
22	53,8	72,6	85,8	99,0	116,9	131,0	145,6	130,975887
23	54,4	73,4	86,7	100,1	118,2	132,5	147,3	132,460139
24	55,0	74,2	87,7	101,2	119,5	133,9	148,9	133,89697

Linee segnatrici di probabilità pluviometrica


6 6 CONSIDERAZIONI IDRAULICHE E METODOLOGIA DI CALCOLO

Il calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale è il risultato della somma delle superfici scolanti impermeabili moltiplicate per il proprio coefficiente di deflusso.

$$\varphi = \frac{\varphi_{verde} \cdot A_{verde} + \varphi_{copertura} \cdot A_{copertura} + \varphi_{passaggi} \cdot A_{passaggi}}{A_{tot.}}$$

Coefficienti di deflusso:

$\Phi = 1$ per le superfici impermeabili

$\Phi = 0.7$ per pavimentazioni drenanti o semipermeabili

$\Phi = 0.3$ per aree permeabili di qualsiasi tipo

$\Phi = 0$ per superfici incolte o di uso agricolo

Coefficiente di deflusso medio ponderale:

	SUPERFICIE IMPERMEABILE MQ ($\Phi=1$)	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO Φ	SUPERFICIE TOTALE
Area parcheggio 1	654	1	654
Area parcheggio 2	118		118
Area parcheggio 3	172		172

Confrontando i dati pluviometrici locali e le valutazioni idrologiche di Arpa Lombardia sono state calcolate le portate massime di accumulo dell'acqua derivante dalla superficie impermeabile in progetto considerando le superfici delle diverse unità.

Si può determinare la classe di intervento e la metodologia di calcolo da applicare al nostro progetto.

Classe d'intervento: 2 impermeabilizzazione potenziale media

Modalità di calcolo: metodo delle sole piogge

7 CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE

RICHIAMI TEORICI

Nel caso di “Impermeabilizzazione potenziale media” in ambiti territoriali a criticità alta o media si può adottare il metodo delle sole piogge.

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:

$$Q_e = S \cdot \phi \cdot a \cdot D^{n-1}$$

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, 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, $a = a_1 w_T$ e n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica (desunti da ARPA Lombardia) espressa nella forma:

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

□ l'onda uscente $Q_u(t)$ è anch'essa un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante $Q_{u,lim}$ (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:

$$Q_{u,\text{lim}} = S \cdot u_{\text{lim}}$$

e il volume complessivamente uscito nel corso della durata D dell'evento è pari a:

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

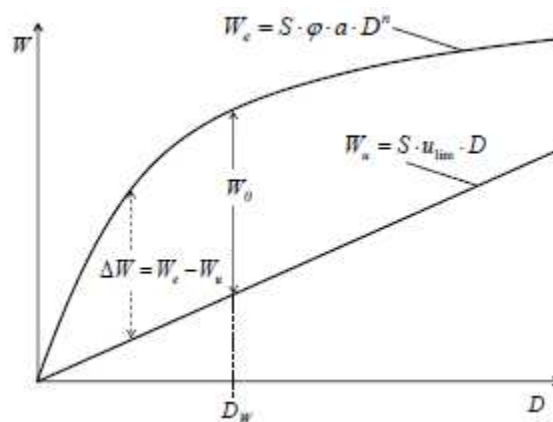
in cui u_{lim} è la portata specifica limite ammissibile allo scarico, di cui all'articolo 8 comma 1 del regolamento.

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:

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

La figura seguente mostra graficamente la curva $W_e(D)$, concava verso l'asse delle ascisse, in aderenza alla curva di possibilità pluviometrica, e la retta $W_u(D)$ e indica come la distanza verticale ΔW tra tali due curve ammetta una condizione di massimo che individua così l'evento di durata D_W critica per la laminazione.



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 :

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

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

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]
θ	in [ore]
D_w	in [ore]
$Q_{u,lim}$	in [l/s]

le equazioni diventano:

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{2.78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w$$

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

$$D_w = \left(\frac{u_{lim}}{2.78 \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$w_0 = 10 \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot u_{lim} \cdot D_w$$

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

Calcolo del volume W_0 : Metodo delle sole piogge

	SUPERFICIE IMPERMEABILE MQ ($\Phi=1$)	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO Φ	SUPERFICIE TOTALE
Area parcheggio 1	654	1	654
Area parcheggio 2	118		118
Area parcheggio 3	172		172

AREA PARCHEGGIO 1

$S = 0,0654 \text{ ha}$ $A_1 = 26.51 \text{ mm/ora}^n$ $n = 0,2535$ $\phi = 1$ $u_{lim} = 10 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$

$W_t = 2.01$

$a = W_t \times A_1 = 53.38 \text{ mm/h}$

$Q_{u,lim} = S \cdot \phi \cdot u_{lim} = 0.654 \text{ l/s}$

$Dw = Q_{u,lim} / (2,78 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot n)^{(1/n-1)} = 5.89 \text{ h}$

Volume invaso

$W_0 = 10 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot D_w^n - 3,6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w = 40.14 \text{ mc } 52\text{mc}$

Verifica del requisito minimo:

Occorre infine confrontare il valore di laminazione ottenuto dal calcolo con i volumi minimi definiti dall'art. 12 del Regolamento (800 mc per aree A)

Requisito minimo per l'ambito territoriale A = 800 mc/ha_{imp}

Volume specifico per il caso in esame $w_0 = W_0 / S \cdot \phi = 613 \text{ mc} / \text{ha}_{imp} < 800$

Il volume del invaso è inferiore al volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 del regolamento) pari a 500 m³/ha_{imp}; è quindi necessario adottare per il progetto il valore di:

$W_0 = 800 \times 0,0654 = 52\text{mc}$

Il volume da adottare è pari a 52mc

AREA PARCHEGGIO 2

$$S = 0,0118 \text{ ha} \quad A_1 = 26.51 \text{ mm/ora}^n \quad n = 0,2535 \quad \phi = 1 \quad u_{lim} = 10 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$$

$$W_t = 2.01$$

$$a = W_t \times A_1 = 53.38 \text{ mm/h}$$

$$Q_{u,lim} = S \cdot \phi \cdot u_{lim} = 0.118 \text{ l/s}$$

$$Dw = Q_{u,lim} / (2,78 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot n)^{(1/n-1)} = 5.88 \text{ h}$$

Volume invaso

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot Dw^n - 3,6 \cdot Q_{u,lim} \cdot Dw = \underline{7 \text{ mc}} \quad \underline{10 \text{ mc}}$$

Verifica del requisito minimo:

Occorre infine confrontare il valore di laminazione ottenuto dal calcolo con i volumi minimi definiti dall'art. 12 del Regolamento (800 mc per aree A)

Requisito minimo per l'ambito territoriale A = 800 mc/ha_{imp}

$$\text{Volume specifico per il caso in esame } w_0 = W_0 / S \cdot \phi = \underline{593 \text{ mc}} / \text{ha}_{imp} < 800$$

Il volume del invaso è inferiore al volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 del regolamento) pari a 500 m³/ha_{imp}; è quindi necessario adottare per il progetto il valore di:

$$W_0 = 800 \times 0,0118 = \underline{10 \text{ mc}}$$

Il volume da adottare è pari a 10 mc

AREA PARCHEGGIO 3

$$S = 0,0172 \text{ ha} \quad A_1 = 26.51 \text{ mm/ora}^n \quad n = 0,2535 \quad \phi = 1 \quad u_{lim} = 10 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$$

$$W_t = 2.01$$

$$a = W_t \times A_1 = 53.38 \text{ mm/h}$$

$$Q_{u,lim} = S \cdot \phi \cdot u_{lim} = 0.172 \text{ l/s}$$

$$Dw = Q_{u,lim} / (2,78 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot n)^{(1/n-1)} = 5.89 \text{ h}$$

Volume invaso

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot Dw^n - 3,6 \cdot Q_{u,lim} \cdot Dw = \underline{10.75 \text{ mc}} \quad \underline{14 \text{ mc}}$$

Verifica del requisito minimo:

Occorre infine confrontare il valore di laminazione ottenuto dal calcolo con i volumi minimi definiti dall'art. 12 del Regolamento (800 mc per aree A)

Requisito minimo per l'ambito territoriale A = 800 mc/ha_{imp}

Volume specifico per il caso in esame $w_0 = W_0 / S \cdot \varphi = 625 \text{ mc} / \text{ha}_{\text{imp}} < 800$

Il volume del invaso è inferiore al volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 del regolamento) pari a 500 m³/ha_{imp}; è quindi necessario adottare per il progetto il valore di:

$W_0 = 800 \times 0,0172 = 14 \text{ mc}$

Il volume da adottare è pari a 14 mc

Volumi accumulati per ogni parcheggio

	SUPERFICIE IMPERMEABILE MQ ($\Phi=1$)	mc
Area parcheggio 1	654	52
Area parcheggio 2	118	10
Area parcheggio 3	172	14

8 SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

La presente si prefigge di fornire al committente la possibile soluzione per l'allontanamento delle acque piovane, relativa alle superfici destinate ad area parcheggio. La base della scelta prende forma dal concetto di accumulare le acque piovane in pozzi perdenti.

Lo scarico delle acque meteoriche all'interno del suolo viene solitamente finalizzato per modificare le caratteristiche di quantità (portate e/o volumi) dei reflui per effetto dello stoccaggio sul suolo in modo tale da garantire un'efficace modalità di smaltimento finale. Le modalità atte alla moderazione della portata

circolante all'interno della rete drenante possono avvenire secondo tecniche costruttive profondamente diverse che portano tuttavia a risultati analoghi. Il sistema utilizzato nel caso oggetto di studio è caratterizzato dalla messa in opera di pozzetti perdenti dotati di pareti forate attraverso i quali le acque s'infiltrano nel sottosuolo.

In aggiunta al volume d'acqua fornita dagli anelli in cemento, viene posto esternamente nell'intorno di questi pozzi completamente interrati uno strato di ghiaia grossolana che consente l'incremento della capacità di allontanamento delle acque, accompagnato dalla presenza di un geotessile necessario al fine di prevenire il progressivo intasamento del pozzo.

Vediamo ora la quota parte di acqua che dovrà essere smaltita attraverso pozzi perdenti:

Area parcheggio 1

- AREA DESTINATA ALL'IMPERMEABILIZZAZIONE: 654 MQ
- $\Phi=1$
- VOLUME D'INVASO: 52 mc
- CAPACITA' D'INFILTRAZIONE DEL SUOLO CLASSE B: 35.27 mm/h
- VOLUME PIOGGIA CRITICA CON RITORNO 50 ANNI: 53.38 mm/h

Caratteristiche del pozzo perdente:

- Diametro $\varnothing=1$ m;
- Altezza pozzo: 1.5 m;
- Altezza totale scavo 2 m;
- Diametro $\varnothing$ scavo per pozzo = 2 m;
- Spessore ghiaione esterno al perdente 0.5m;
- Spessore ghiaione sottostante al perdente 0.5m.

Volume assorbito da un pozzo = 16.96 mc

Volume accumulato da un pozzo (volume del pozzo e corona drenante esterna da 0,50 cm) = 2.24 mc

Volume totale per pozzo= 19.19 mc

Volume da smaltire: 52 mc

Calcolo pozzi perdenti: 3 num

Area parcheggio 2

- AREA DESTINATA ALL'IMPERMEABILIZZAZIONE: 118 MQ
- $\Phi=1$
- VOLUME D'INVASO: 10 mc
- CAPACITA' D'INFILTRAZIONE DEL SUOLO CLASSE B: 35.27 mm/h
- VOLUME PIOGGIA CRITICA CON RITORNO 50 ANNI: 53.38 mm/h

Caratteristiche del pozzo perdente:

- Diametro $\varnothing=1$ m;
- Altezza pozzo: 1.5 m;
- Altezza totale scavo 2 m;
- Diametro $\varnothing$ scavo per pozzo = 2 m;
- Spessore ghiaione esterno al perdente 0.5m;
- Spessore ghiaione sottostante al perdente 0.5m.

Volume assorbito da un pozzo = 16.96 mc

Volume accumulato da un pozzo (volume del pozzo e corona drenante esterna da 0,50 cm) = 2.24 mc

Volume totale per pozzo= 19.19 mc

Volume da smaltire: 10 mc

Calcolo pozzi perdenti: 1 num

Area parcheggio 3

- AREA DESTINATA ALL'IMPERMEABILIZZAZIONE: 172 MQ
- $\Phi=1$
- VOLUME D'INVASO: 10 mc
- CAPACITA' D'INFILTRAZIONE DEL SUOLO CLASSE B: 35.27 mm/h
- VOLUME PIOGGIA CRITICA CON RITORNO 50 ANNI: 53.38 mm/h

Caratteristiche del pozzo perdente:

- Diametro $\varnothing=1$ m;
- Altezza pozzo: 1.5 m;
- Altezza totale scavo 2 m;

- Diametro Ø scavo per pozzo= 2 m;
- Spessore ghiaione esterno al peridente 0.5m;
- Spessore ghiaione sottostante al peridente 0.5m.

Volume assorbito da un pozzo = 16.96 mc

Volume accumulato da un pozzo (volume del pozzo e corona drenante esterna da 0,50 cm) = 2.24 mc

Volume totale per pozzo= 19.19 mc

Volume da smaltire: 14 mc

Calcolo pozzi perdenti: 1 num

9 TEMPO DI SVUOTAMENTO

Considerato il tipo di suolo facendo riferimento alla seguente tabella:

tipo di terreno	f_0 [mm/h]	f_∞ [mm/h]	k [h ⁻¹]
A) <i>Terreno con scarsa potenzialità di deflusso.</i> Comprende forti spessori di sabbie con scarsissimo limo e argilla; anche forti spessori di ghiaie profonde, molto permeabili	250	25.4	2
B) <i>Terreno con potenzialità di deflusso moderatamente bassa</i> Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.	200	12.7	2
C) <i>Potenzialità di deflusso moderatamente alta.</i> Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.	125	6.3	2
D) <i>Potenzialità di deflusso molto alta.</i> Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.	76	2.5	2

Si valuta la portata d'infiltrazione del pozzo realizzato con anelli forati atto a configurare una capacità d'infiltrazione asintotica stimata in base alla natura del suolo sottostante, quindi con una portata d'infiltrazione di:

Portata infiltrata di 1 pozzo perdente:

$$Q_f = 10^{-3}/2 * [(1.00 + 1.50)^2 - 1.00^2] * 3.14/4 = 2 \text{ l/s}$$

$T_{svuot} = (19.19 * 1000)/2 = 2.66 \text{ ore} < 48 \text{ ore}$ (limite di 48 ore fissato nell'articolo 11, comma 2, lettera f) dal R.R. n.7 del 23 novembre 2017 e s.m.i.)

10 CONCLUSIONI

Considerando la situazione litostratigrafica e idrogeologica locale, in presenza di un deposito sabbioso per i primi 250 cm e con la piezometrica a 5 m da p.c., si è optato per l'utilizzo di pozzi perdenti per disperdere le acque meteoriche.

Dalle verifiche idrauliche effettuate è possibile affermare che, le modifiche del suolo previste dal progetto sopra descritto, al fine di non aggravare le condizioni del sistema idraulico dell'area, si rende indispensabile convogliare le acque in un sistema di smaltimento nei primi strati del sottosuolo mediante:

	SUPERFICIE IMPERMEABILE MQ ($\Phi=1$)	mc	NUMERO POZZI
Area parcheggio 1	654	52	3
Area parcheggio 2	118	10	1
Area parcheggio 3	172	14	1

Seguendo le indicazioni del R.R. 7/2017 e s.m.i. della Regione Lombardia, sono stati calcolati:

- le superfici impermeabili;
- le precipitazioni di progetto;
- i volumi di laminazione;
- le portate di infiltrazione dell'opera disperdente;
- i tempi di svuotamento.

Tutti gli elementi esaminati sono risultati conformi ai requisiti previsti dal regolamento.

San Giorgio Bigarello, Gennaio 2020

IL TECNICO

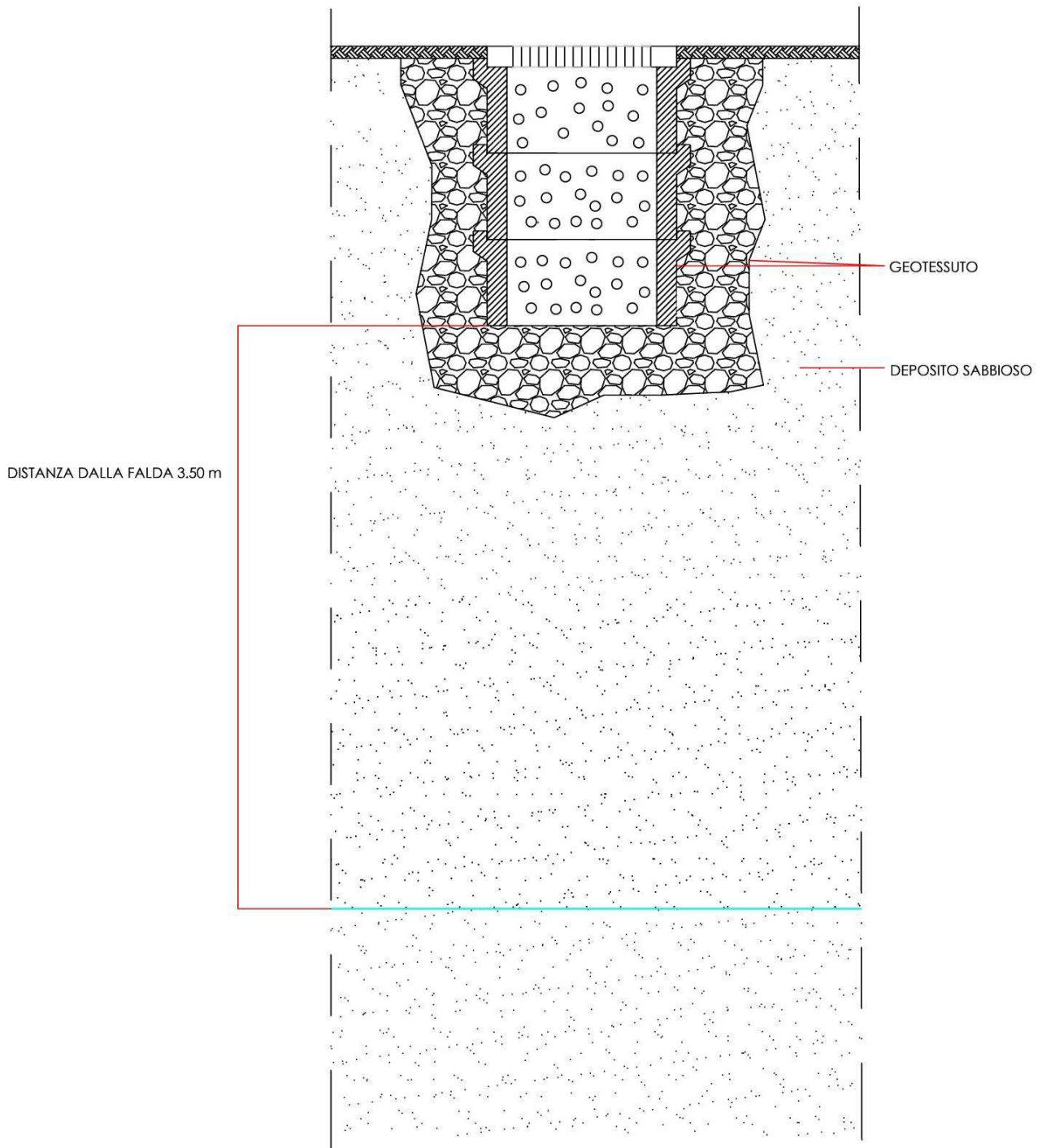
Dott. Geol. Rosario Spagnolo

B. DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE

PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DEI POZZI PERDENTI



SEZIONE POZZO PERDENTE



POZZO PERDENTE

- ☐ diametro Ø 1 m;
- ☐ altezza pozzo 1.5 m;
- ☐ altezza totale scavo 2 m;
- ☐ diametro Ø scavo per pozzo 2 m;
- ☐ spessore ghiaione esterno al perdente 0.5 m;
- ☐ spessore ghiaione sottostante al perdente 0.5 m.

C. PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA

Il presente allegato definisce l'insieme delle informazioni atte a permettere la manutenzione dell'intervento da realizzare nonché a fornire elementi utili a limitare i danni da un utilizzo improprio consentendo di eseguire le operazioni atte alla conservazione.

Le procedure e le indicazioni fornite nel presente documento sono redatte per portare a conoscenza del servizio di gestione quegli aspetti particolari e specifici, caratteristici dell'intervento progettato.

Il presente manuale di manutenzione andrà integrato dall'impresa esecutrice dei lavori con i manuali di manutenzione specifici di ogni sua parte.

Le opere previste in progetto possono essere suddivise così

Tipologia	Manutenzione
Grondaie	Pulizia dell'elemento da ciò che può ostruirla.
Pluviali	Pulizia del pluviale attraverso getto d'acqua e rimuovere subito i depositi dal pozzetto pluviale
Pozzetti per pluviali	Rimuovere i depositi
Condotte in pvc	Disotturazione
Caditoie	Rimuovere i depositi
Pozzi drenanti	Rimuovere i fanghi e i detriti di sedimentazione dal fondo portato dalle acque meteoriche

Pozzi perdenti

Attività di verifica e controllo

- Verifica del controllo afflusso delle acque
- Verifica dell'integrità degli elementi strumentali
- Verifica della pulizia interna del pozzo

Attività di manutenzione

- Pulizia scorrimento
- Rimozione di eventuali accumuli di sedimenti o fanghi dal fondo

Per le altre componenti dell'impianto:

- pulizia rifiuti;
- rimozione detriti;
- taglio selettivo delle specie vegetali;
- controllo di eventuali specie infestanti;
- eliminazione di problemi di scorrimento e/o intasamento;
- ispezione. controllo dell'efficienza

Gli interventi di manutenzione straordinaria da svolgere successivamente al riscontro di malfunzionamenti e sempre successivamente al verificarsi di eventi straordinari che abbiano danneggiato in tutto o in parte gli impianti di drenaggio.

- pulizia e smaltimento rifiuti;
- rimozione e smaltimento detriti;
- risoluzione di problemi di intasamento;
- ispezione, controllo dell'efficienza e sostituzione di eventuali componenti.

Da effettuarsi una volta all'anno e a seguito di eventi atmosferici eccezionali.

9 D. ALLEGATO E

Asseverazione in merito alla conformità del progetto ai contenuti del R.R. 8 del 2019.

La presente asseverazione è in allegato alla relazione con firma digitale.