

REGIONE LOMBARDIA

PROVINCIA DI BRESCIA

COMUNE DI BRESCIA




RELAZIONE



Elaborato

PROGETTO DI INSEDIAMENTO STRUTTURA RICETTIVA ALBERGHIERA CON CAMBIO DI DESTINAZIONE D'USO

Committente	IGEA srl	
Estensore	 A. & P. sas	
Il presente elaborato è confidenziale e ne è vietata la riproduzione o l'utilizzo da terzi non autorizzati		
Informazioni documento		
Operazione	Soggetto	Data
Redatto	A & P sas – Dr. Aletti Corrado	30.03.2021
Approvato	A & P sas – Dr. Aletti Corrado	02.04.2021
File	relazione idrogeologica.docx	
Commessa	2021.03.162	

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Aprile 2021	0	1 di 15
	A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900			

INDICE

1. Introduzione	3
2. Inquadramento geografico	5
3. Inquadramento idrogeologico e piezometrico.....	6
3.1. Distanza da pozzi idropotabili	8
4. Deflussi aree verdi	10
5. Calcolo dispersione con pozzi perdenti	12
5.1. Descrizione del pozzo perdente	13
6. Conclusioni	15

1. INTRODUZIONE

La presente relazione è stata redatta su incarico della società IGEA srl al fine di definire la capacità disperdente dei sistemi di smaltimento delle acque meteoriche di un edificio esistente sottoposto a cambio di destinazione d'uso. Si precisa che l'intervento non è soggetto al Regolamento Regionale n. 7 e n.8 inerente l'invarianza idraulica e idrologica. In un intervento edilizio il verde permeabile assolve a molteplici aspetti tra cui non ultimo la dispersione per infiltrazione delle acque meteoriche. La progressiva impermeabilizzazione delle superfici incide sugli afflussi secondo due elementi fondamentali:

- riduzione della capacità filtrante del terreno con conseguente aumento della portata ai recapiti finali
- riduzione dei tempi di corrivazione

Il primo aspetto è ben rappresentato dall'immagine di Figura 1 dove si può notare che il passaggio ad ambienti via via più impermeabili comporta una riduzione importante dell'infiltrazione ed un incremento del ruscellamento, che convoglia le acque nel reticolo idrico. A livelli maggiori di impermeabilizzazione le dispersioni per infiltrazione diminuiscono ulteriormente sino a valori nell'ordine del 5%.

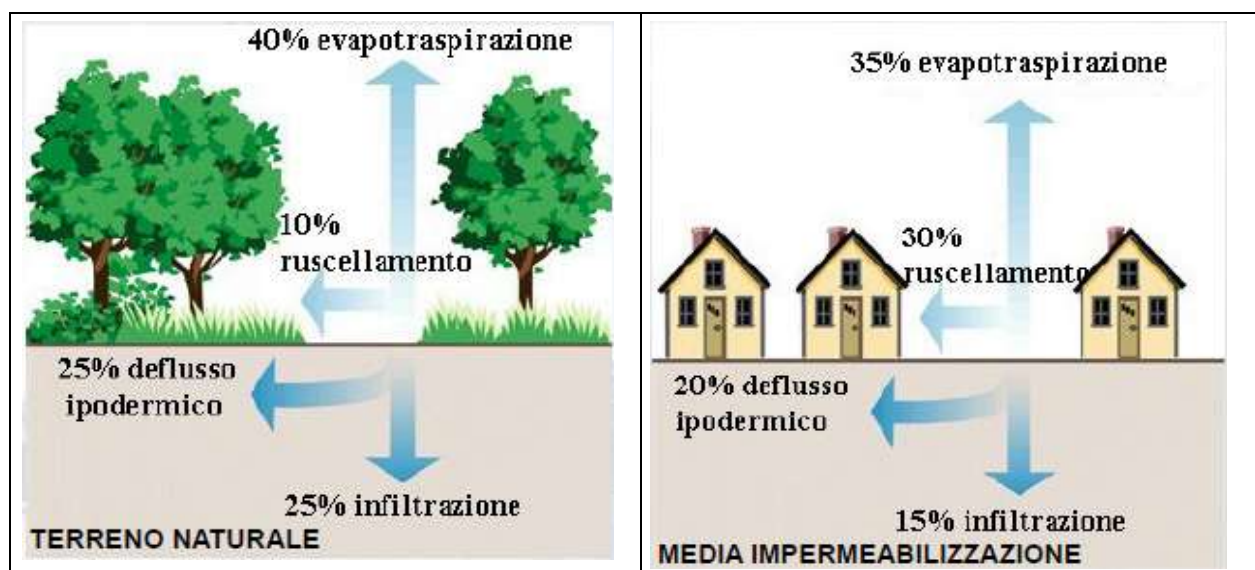


Figura 1 - Percentuali di recapito delle acque meteoriche

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Aprile 2021	0	3 di 15
	A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900			

La riduzione del tempo di corrivazione determina una maggiore velocità delle acque di ruscellamento e quindi colmi di piena più rapidi ed importanti nei recettori. Nel caso in studio assistiamo ad un processo contrario, ovvero il progetto prevede la trasformazione dei luoghi con un importante incremento delle superfici permeabili rispetto allo stato di fatto pressochè totalmente impermeabile. In questo studio si affronterà solamente l'aspetto idrogeologico della tematica, ovvero sarà effettuata una stima per valutare la possibilità di raggiungere elevati volumi di infiltrazione delle acque meteoriche pari o superiori ai corrispondenti garantiti da superfici permeabili a verde profondo nell'ordine di almeno il 30% della superficie totale.

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Aprile 2021	0	4 di 15
	A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900			

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in studio progetto è localizzata nel settore centrale dell'abitato comunale di Brescia, lungo il margine N di Via Sostegno, così come rappresentato in Figura 2.



Figura 2 – Ubicazione dell'area in studio

Il progetto valutato in sede di verifica di esclusione dalla VAS prevede il cambio d'uso di un fabbricato esistente con incremento della superficie infiltrante verde dallo 0.29% al 26%. La SLP del lotto è pari a 2473.07 m². Il valore del verde profondo al 30% corrisponde ad una superficie pari a 742 m².

3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E PIEZOMETRICO

L'assetto geologico dell'area è stato determinato durante il Quaternario continentale dagli intensi eventi deposizionali che hanno portato a colmamento il bacino Padano. In particolare, ci si riferisce al Pleistocene e all'Olocene, in cui la nota climatica dominante fu rappresentata da un ripetuto alternarsi di climi caldi e freddi, con una netta tendenza al progressivo raffreddamento, reso evidente con l'avvento delle glaciazioni. I depositi di quest'area sono legati alle dinamiche caratteristiche dell'ambiente fluvio-glaciale e fluviale riferibili come età al Wurm (Alluvioni fluvio-glaciali Wurm – cfr. Figura 3) anche se il limite con le alluvioni antiche non è chiaro (linea tratteggiata) e il confine potrebbe essere più orientale.



Legenda:

- f_g^w Alluvioni Fluvio-glaciali Wurm
 a^1 Alluvioni Fluviali antiche
 a^2 Alluvioni Fluviali attuali e recenti

Figura 3 – Stralcio della Carta Geologica d'Italia foglio Brescia

La geologia profonda (sedimenti pre-quaternari), le cui strutture non condizionano le forme superficiali, è caratterizzata da un'ampia monoclinale che immerge verso Sud, con pendenza decrescente all'aumentare della profondità. La diminuzione della pendenza della monoclinale è localmente favorita dall'intersezione di sedimenti pliocenici, che risultano aver smussato le irregolarità dovute all'antecedente tettonica alpina. La genesi morfologica di

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Aprile 2021	0	6 di 15
	A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900			

queste superfici è legata alla dinamica fluviale a canali intrecciati (braided) caratterizzata da condizioni di medio-alta energia, con portate variabili, forte alimentazione e prevalente trasporto di fondo. Al mutare delle condizioni climatiche sono venute meno anche le dinamiche geomorfologiche sopradescritte, soppiantate dal rimodellamento legato alle acque incanalate dei corsi d'acqua principali, quali il Mella e il Garza. La morfologia attuale è pressoché pianeggiante ma risulta fortemente influenzata dall'azione antropica che con l'espansione urbanistica ha apportato un diffuso livellamento o comunque ha mascherato o nascosto le antiche forme del paesaggio. Con riferimento al volume geologico significativo si può affermare che il sito appartiene alla conoide del fiume Mella, struttura che si sviluppa con la classica forma a ventaglio allo sbocco di una valle e profilo trasversale convesso. La conoide è oggi inattiva in seguito alle mutate condizioni climatiche e all'importante opera di regimazione e contenimento del suo canale principale (fiume Mella) svolta negli anni dall'attività antropica. La litostratimetria dell'area in esame è stata desunta da studi effettuati nella zona, ed in particolare dalle risultanze di un sondaggio effettuato in area limitrofa. L'assetto stratigrafico si configura conforme all'ambiente ed all'evoluzione deposizionale a cui è andata soggetta l'area, fortemente condizionata dalla dinamica fluvioglaciale e fluviale legata ad ambienti ad alta energia, con significative variazioni d'alveo e ad elevata competenza. La stratigrafia rilevata è stata confrontata con altre perforazioni al contorno reperite nel database regionale ed è risultata del tutto confrontabile ad indicare la rappresentatività dell'assetto locale. Sulla base dei dati acquisiti l'assetto stratigrafico si configura come rappresentato in Figura 4, ovvero un livello a ghiaie dominanti continuo per oltre 30 m, con copertura limoso argillosa di spessore pari a 2.30. La Figura 4 riporta solo uno stralcio dell'intera stratigrafia che raggiunge i 34 metri. All'interno della perforazione sono state eseguite numerose prove di permeabilità a profondità differenti. E' importante notare che oltre la profondità di 2.80 metri da p.c. si rinvenivano ghiaie e sabbie con percentuali di frazione fine molto ridotta e pertanto ad elevata permeabilità. La prova eseguita alla profondità di 3.50 metri restituisce un valore di k pari a 1.7×10^{-4} m/s. Questo parametro è in linea con le evidenze litologiche rilevate durante il

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Aprile 2021	0	7 di 15
	A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900			

sondaggio. La quota della falda è stata rilevata alla profondità di 24.5 metri da p.c., corrispondente a 121.05 m.s.m. (bocca piezometro a 135.55 m.s.m.)



Figura 4 – Stralcio stratigrafia sondaggio e ubicazione

3.1.Distanza da pozzi idropotabili

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Aprile 2021	0	8 di 15
	A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900			

Nell'area sono presenti pozzi della rete acquedottistica come rappresentato in Figura 5. Il raggio della zona di rispetto del pozzo è pari a 200 metri come indicato nella normativa di riferimento: D.P.R. n° 236 del 24 maggio 1988, recepito dalla Regione Lombardia nella deliberazione di Giunta Regionale n° 6/15137 dell'1 agosto 1996 e richiamato dalle disposizioni contenute nel D.LGS. 152/99 e successive modifiche e integrazioni (D.LGS. 258/00). Nella zona di rispetto (200 metri con criterio geometrico) valgono le prescrizioni contenute nel comma 5 art. 5 del D.LGS. 258/00. **Il lotto in studio è esterno alla zona di rispetto dei pozzi individuati dallo strumento urbanistico che distano oltre 1400 metri.**

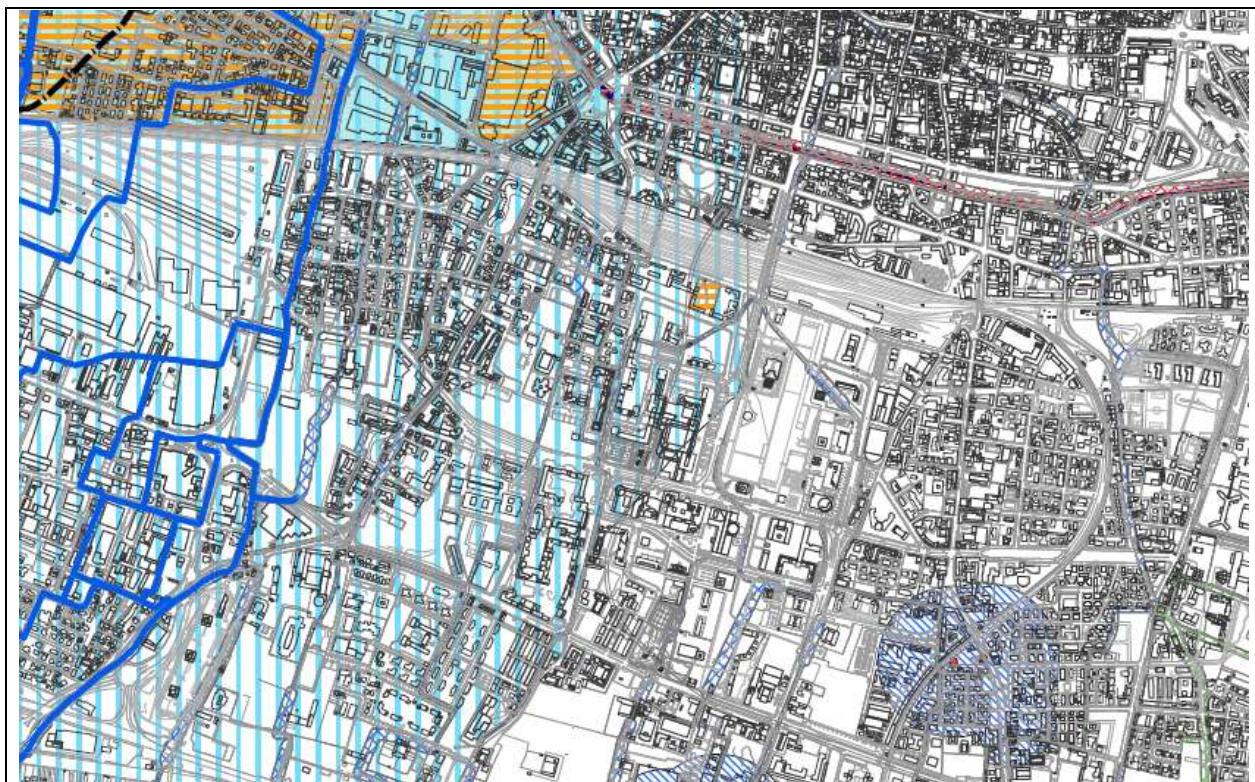


Figura 5 – Stralcio carta dei vincoli da PGT (componente geologica)

Non ci sono vincoli all'utilizzo di pozzi perdenti.

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Aprile 2021	0	9 di 15
	A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900			

4.DEFLUSSI AREE VERDI

Come indicato in premessa il verde profondo assolve alla funzione di infiltrazione delle acque meteoriche, permettendo la dispersione nel primo sottosuolo. Le dinamiche di questo fenomeno sono piuttosto complesse e dipendono da numerosi fattori (litologia, temperatura, entità dell'evento piovoso etc). Un approccio generalmente condiviso è rappresentato dalle curve di Horton che descrivono in modo approssimativo, ma rappresentativo, l'andamento dell'infiltrazione secondo 4 diverse tipologie di terreno. Il modello di Horton appartiene alla famiglia dei metodi analitici semplificati e si basa sull'ipotesi che l'intensità di pioggia sia maggiore della velocità di infiltrazione e che ogni tipo di suolo sia caratterizzato da una permeabilità massima iniziale e una minima finale che viene raggiunta quando l'evento piovoso tende all'infinito. In ogni istante dell'evento dt la variazione di intensità di infiltrazione nel tempo dv_I è proporzionale alla differenza fra la velocità attuale $v_{I(t)}$ ovvero il tasso di infiltrazione attuale e quella finale v_{If} tramite un coefficiente (α). Sulla base di questo assunto la formulazione è la seguente:

$$\frac{dv_{I(t)}}{dt} = -\alpha (v_{I_0} - v_{If})$$

Che integrata diventa:

$$\ln(v_{I_0} - v_{If}) = -\alpha t + C$$

Il corrispondente volume cumulado è espresso dalla formulazione seguente:

$$I = \int_0^t v_I(t) dt = \int_0^t [v_{If} + (v_{I_0} - v_{If})e^{-\alpha t}] dt$$

Che integrata diventa:

$$I = v_{If} t + \left[\frac{(v_{I_0} - v_{If})}{\alpha} \right] [1 - e^{-\alpha t}]$$

I valori della velocità iniziale e finale, oltre a quello del coefficiente α sono stati tabellati direttamente dall'autore e sono riportati in Figura 6.

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Aprile 2021	0	10 di 15
	A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900			

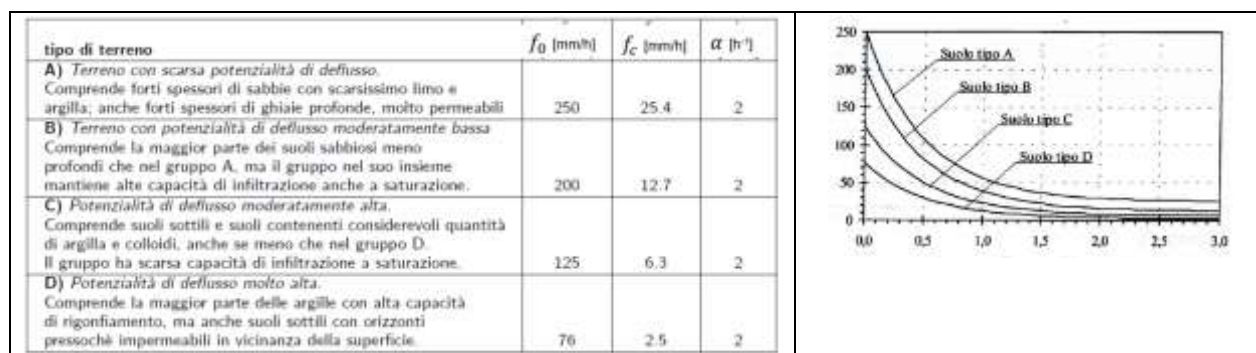


Figura 6 – Valori velocità infiltrazione da Horton

Sulla base delle evidenze stratigrafiche l'area di interesse può essere assimilata ad un suolo di categoria C, vista la presenza di terreni scarsamente permeabili nei primi 2.0 metri da p.c.. Utilizzando questi parametri otteniamo il seguente diagramma dell'infiltrazione potenziale (Figura 7), nell'ipotesi che l'evento piovoso sia sempre maggiore della capacità di infiltrazione.

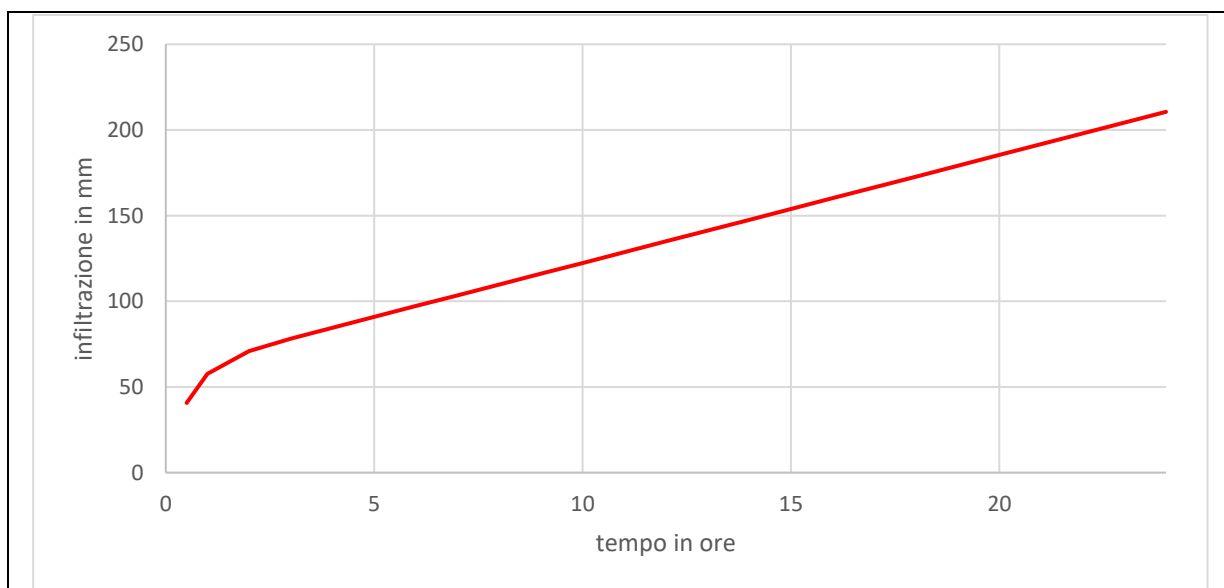


Figura 7 – Andamento dell'infiltrazione in un sottosuolo C

Il valore cumulato in 24 ore è pari a 210.55 mm. Nel caso in studio la superficie del verde profondo pari al 30% del lotto corrisponderebbe a 742 m² e il volume infiltrato sarebbe pari a 742x0.21055=156.28 m³ nell'arco delle 24 ore. In caso di eventi brevi e intensi, ad esempio con durata di 1 ora, si ottiene un volume infiltrato pari a 742x0.05762=42.75 m³.

5. CALCOLO DISPERSIONE CON POZZI PERDENTI

L'assetto stratigrafico del sito e l'elevata soggiacenza della falda freatica configurano le condizioni ideali per lo smaltimento delle acque meteoriche nel primo sottosuolo. Inoltre la tipologia di attività prevista non si identifica come un elemento di rischio all'inquinamento. La portata di infiltrazione può essere stimata in prima approssimazione attraverso la relazione di Darcy:

$$Q_{inf} = k J A$$

dove

k = coefficiente di permeabilità del substrato [mc/s]

J = cadente piezometrica [m/m]

A = superficie netta infiltrante [mq]

Nel caso in specifico del pozzo perdente la formula di cui sopra può essere sostituita dalla seguente, elaborata da Stephen e Neuman (1982):

$$Q = k f (D/2) H$$

dove

f = coefficiente ricavato da $\log f = 0.658 \times \log(H/R) - 0.398 \log(H) + 1.105$

D = diametro pozzo [m]

R = raggio pozzo [m]

H = battente [mq]

Il valore di permeabilità k è stato valutato sulla base di prove specifiche effettuate in un sito limitrofo e pertanto è stato abbattuto di oltre il 70% in via cautelativa. Per i calcoli di seguito rappresentati si è utilizzata una permeabilità pari a 5×10^{-5} m/s. Un pozzo perdente con diametro 2.0 metri e profondità utile di 3.50 metri presenta una portata massima di dispersione pari 3.0 l/s (battente 3.5 metri). Ovviamente la portata si riduce via via che il battente diminuisce, secondo la tabella di seguito indicata.

Battente m	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
Portata l/s	0.26	0.64	1.0	1.52	2.0	2.54	3.0

Se ipotizziamo un battente medio di 2.0 metri nel pozzo perdente otterremo uno smaltimento nell'arco di 24 ore pari a $2.0 \times 3600 \times 24 : 1000 = 172.8 \text{ m}^3$. Nella realtà l'impianto di

dispersione prevede che le acque meteoriche confluiscono nel pozzo perdente e che raggiunto il massimo invaso vengano indirizzate attraverso un troppo pieno al ricettore (fognatura o corpo idrico superficiale). In questo modo il battente del pozzo perdente sarà sempre il massimo perlomeno sin tanto che gli afflussi meteorici supereranno i deflussi. In questa ipotesi lo smaltimento in 24 ore raggiungerà $3.0 \times 3600 \times 24 : 1000 = 259.20 \text{ m}^3$.

La fognatura in progetto sarà strutturata come indicato nella tavola 09 del progetto del Geom. Mita Sebastiano e prevederà che tutte le coperture e le caditoie delle pavimentazioni scarichino all'interno di due pozzi perdenti con battente utile pari a 3.5 metri e diametro 2.0 metri. La portata totale a massimo invaso corrisponderà pertanto a 6.0 l/s. Nelle 24 ore il deflusso totale sarà pari a 518.40 m^3 , ben superiore alla portata smaltita dalle aree permeabili. E' evidente che in caso di piogge prolungate l'efficienza di scarico dei pozzi perdenti sia circa il triplo di quella del deflusso superficiale per i suoli di tipo C quali quelli presenti nel sito in studio. Per eventi brevi, in presenza di terreno asciutto, la capacità di assorbimento è maggiore (tratto ripido della curva di Horton). Nel caso di eventi pari a 1 ora la dispersione dei pozzi somma a 21.6 m^3 che sommata al volume stoccato al loro interno ($15 \times 2 \text{ m}^3$) supera comunque la quota infiltrata nel verde profondo (42.75) riferita al 30% della superficie. L'impiego dei pozzi perdenti presenta un altro importante vantaggio sul regime degli scarichi legato all'effetto di laminazione sulle portate indirizzate al recapito finale. I due pozzi perdenti potranno infatti garantire un volume disponibile di circa 30 m^3 , ricavati all'interno del manufatto e del dreno circostante.

5.1. Descrizione del pozzo perdente

Il pozzo sarà costituito da anelli forati in calcestruzzo armato vibrato realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati con dimensioni interne pari a Ø 2.00 metri per altezza di ogni singolo elemento di 50 cm. Gli "anelli forati" devono essere posizionati l'uno sull'altro: sono composti da un bicchiere ad incastro per favorire la messa in opera. Il pozzetto

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Aprile 2021	0	13 di 15
	A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900			

sarà dotato di una soletta piana di copertura prefabbricata in calcestruzzo armato. Gli “anelli forati” verranno posati su una base di appoggio in pietrisco 6-12 mm per uno spessore di circa 30 cm. Al fine di proteggere i manufatti da eventuali infiltrazioni solide, che potrebbero ostruire i fori di dispersione delle acque, gli “anelli forati” saranno rinfiancati con uno strato di ghiaia o pietrisco lavato (senza sabbia) per uno spessore in senso orizzontale di circa 50 cm per parte. Il funzionamento del manufatto prevede che il flusso delle acque meteoriche venga convogliato all’interno dello stesso ed ivi disperso nel suolo. E’ indispensabile per la corretta funzionalità che non avvenga accumulo di detriti all’interno del pozzo e che i fori di dispersione si mantengano liberi.

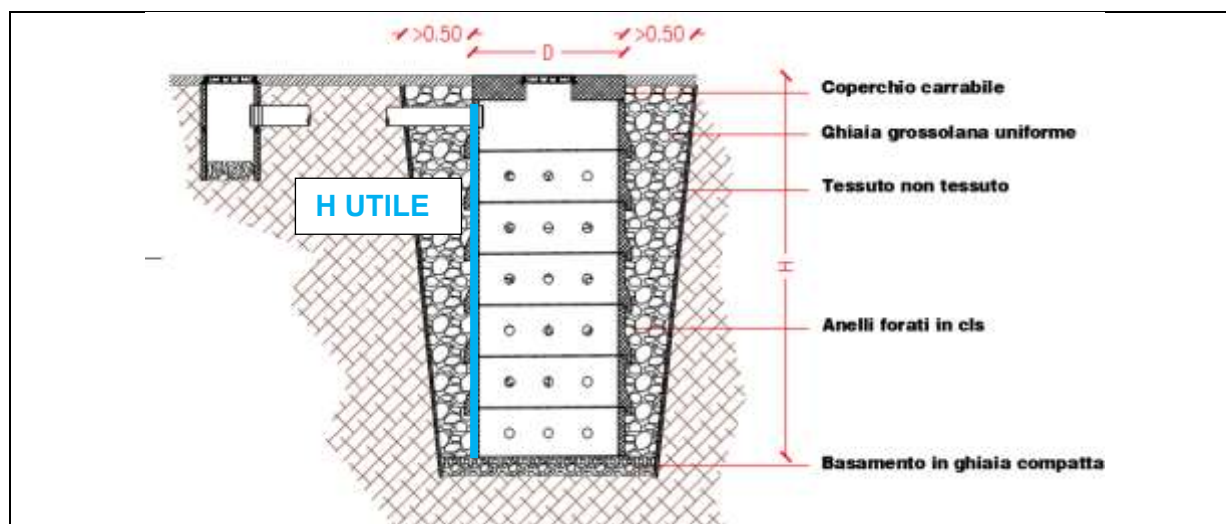


Figura 8 – Schema pozzi perdenti e loro funzionamento

6. CONCLUSIONI

L'intervento in progetto valutato in sede di verifica di esclusione dalla VAS aumenta sostanzialmente la percentuale di verde profondo rispetto all'attuale stato dei luoghi, non raggiungendo però il 30% del totale. L'adozione di due pozzi perdenti con le dimensioni e le caratteristiche rappresentate nei capitoli precedenti garantisce una capacità dispersiva delle acque meteoriche maggiore della corrispondente quota del 30% di verde profondo prevista dalle NTA del PGT. Implementando questo sistema si raggiungerà una capacità dispersiva paragonabile ad una superficie del verde profondo pari a oltre il 60% del lotto, quindi di molto superiore al parametro fissato da PGT.

Dr. Geol. Corrado Aletti

Firmato digitalmente

Seniga 02.04.2021

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Aprile 2021	0	15 di 15
	A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900			