

METODO DELLA "SWEDISH ASSOCIATION OF WATER AND SEWER WORKS"

(Luigi Fanizzi – ECOACQUE®)

Nell'ambito dei sistemi di infiltrazione con stoccaggio, il metodo sviluppato dalla *Swedish Association* nel 1983, è sicuramente uno dei più diffusi. Il primo passo nella procedura di dimensionamento è la scelta del luogo dove collocare il dispositivo filtrante che deve essere determinato in modo accurato. Il calcolo del volume dell'acqua meteorica di dilavamento della superficie del bacino scolante, in afflusso al sistema drenante, si effettua mediante la formula razionale del D. Turazza (1867):

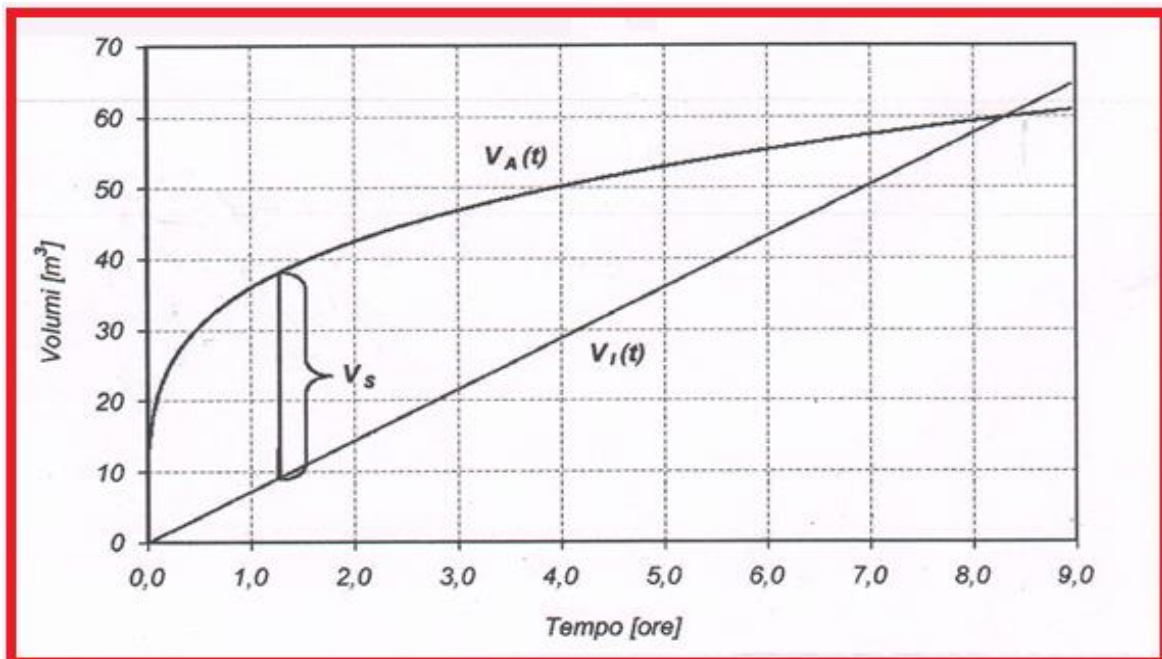
$$V_A(t) = \frac{(\varphi \cdot a \cdot t^{n-1} \cdot A_{imp})}{1000} \cdot t \text{ [m}^3\text{]}$$

Il calcolo del volume d'acqua piovana infiltrato nel sistema drenante, nell'ambito di applicabilità della legge di H. Darcy (1856), considerando generalmente unitario il gradiente idraulico (*falda non superficiale*: $J = 1$ m/m; H. Bouwer, 1969), è dato, invece dalla seguente relazione:

$$V_I(t) = (3600 \cdot k \cdot A_{perc} \cdot 1) \cdot t \text{ [m}^3\text{]}$$

dove

A_{imp} e A_{perc} [m²] sono, rispettivamente, l'area impermeabile scolante e l'area drenante di progetto;
 φ [n.p.] è il coefficiente adimensionale di trasformazione afflussi-deflussi, medio ponderato;
 k [m/s] è il coefficiente di conducibilità idraulica del sottosuolo superficiale anidro;
 t [h] è il tempo;
 a [m/hⁿ] ed n [n.p.] sono i parametri della locale curva di possibilità climatica con $T_r = 5$ anni;
 T_r [anni] = Tempo di ritorno idrologico.



Andamento dei volumi di afflusso, di infiltrazione e di stoccaggio (A. Muraca et Al. 2006).

Il volume di stoccaggio necessario è pari alla massima differenza tra il volume di afflusso ed il volume di infiltrazione. Tale determinazione, pertanto, si ricava massimizzando la seguente espressione:

$$V_S(t) = \varphi \cdot a \cdot t^n \cdot A_{imp} \cdot 10^{-3} - k \cdot A_{perc} \cdot t \cdot 3600 \text{ [m}^3\text{]}$$

Introdotti i seguenti parametri

$$D = \frac{V_S(t)}{\varphi \cdot A_{imp}} \text{ [m]} \text{ Volume specifico di stoccaggio;}$$

e

$$E = \frac{k \cdot A_{perc}}{\varphi \cdot A_{imp}} \quad [\text{m/s}] \text{ Deflusso specifico di percolazione.}$$

dove **D** rappresenta il volume specifico di stoccaggio ossia il volume di stoccaggio necessario calcolato l'afflusso al tempo *t* ed un'area unitaria di superficie mentre **E** rappresenta il deflusso specifico di percolazione ossia il rapporto fra deflusso medio di percolazione e l'apporto al deflusso delle aree impermeabili del bacino scolante contribuente. Si ottengono le espressioni semplificate per il calcolo del volume di stoccaggio massimo e della relativa durata critica, per l'invaso e l'infiltrazione del dispositivo drenante in progetto, esprimendo, matematicamente, la condizione di massimo, ossia derivando, rispetto al tempo, la seguente espressione:

$$D_{max}(t_c) = 10^{-3} \cdot a \cdot t_c^n - 3600 \cdot E \cdot t_c \quad [\text{m}] \quad \text{con} \quad t_c = \left(\frac{E \cdot 3600}{a \cdot 10^{-3} \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad [\text{h}]$$

Al variare di *t*, si ricavano i diversi valori di *D* e, quindi, riportando questi ultimi in una tabella, si può verificare che il valore massimo, corrispondente al relativo evento di pioggia di durata critica pari al tempo *t* per il quale *D* risulta massimo, è proprio *t_c*. Trovato il valore di quest'ultimo, il volume di stoccaggio risulta pari, pertanto, a:

$$V_s(t_c) = D_{max} \cdot \varphi \cdot A_{imp} \quad [\text{m}^3]$$

Se dovesse risultare *t_c* < **1** [h] occorre, ovviamente, adeguare, nella formula, l'esponente della curva di pioggia (*h* = *a* · *tⁿ*) e, comunque, in assenza di dati, ad un valore non inferiore a **0,50** (G. Calenda, 1995), altrimenti si sottostimerebbero le piogge intense di breve durata. Nel caso, quindi, il volume di stoccaggio sia realizzato con una trincea drenante riempita di ghiaia uniforme mediamente porosa (**8 mm ÷ 16 mm**), il volume effettivamente utile, di scavo, per realizzare il dispositivo (*V_D*), è dato dal rapporto tra il volume *V_s* e la porosità efficace del materiale inerte *n'* (cautelativamente ≅ **0,30**; P. Celico, 1986), utilizzato per il riempimento:

$$V_D = \frac{V_s(t_c)}{n'} \quad [\text{m}^3]$$

Tipi di sedimenti	<i>d</i> ₁₀ mm	<i>n</i> %	<i>n_e</i> %	<i>K</i> m/s
Ghiaia media	2,5	45	40	3 · 10 ⁻¹
Sabbia grossa	0,250	38	34	2 · 10 ⁻³
Sabbia media	0,125	40	30	6 · 10 ⁻⁴
Sabbia fine	0,09	40	28	7 · 10 ⁻⁴
Sabbia molto fine	0,045	40	24	2 · 10 ⁻⁵

Classi di diametro (mm)	Termine utilizzato <i>Italiano</i>
16-32	Ghiaia grossolana
8-16	Ghiaia media
4-8	Ghiaia fina
2-4	Ghiaia molto fina
1-2	Sabbia grossolana
½-1	Sabbia grossolana
¼-1/2	Sabbia media
1/8-1/4	Sabbia fina
1/16-1/8	Sabbia molto fina

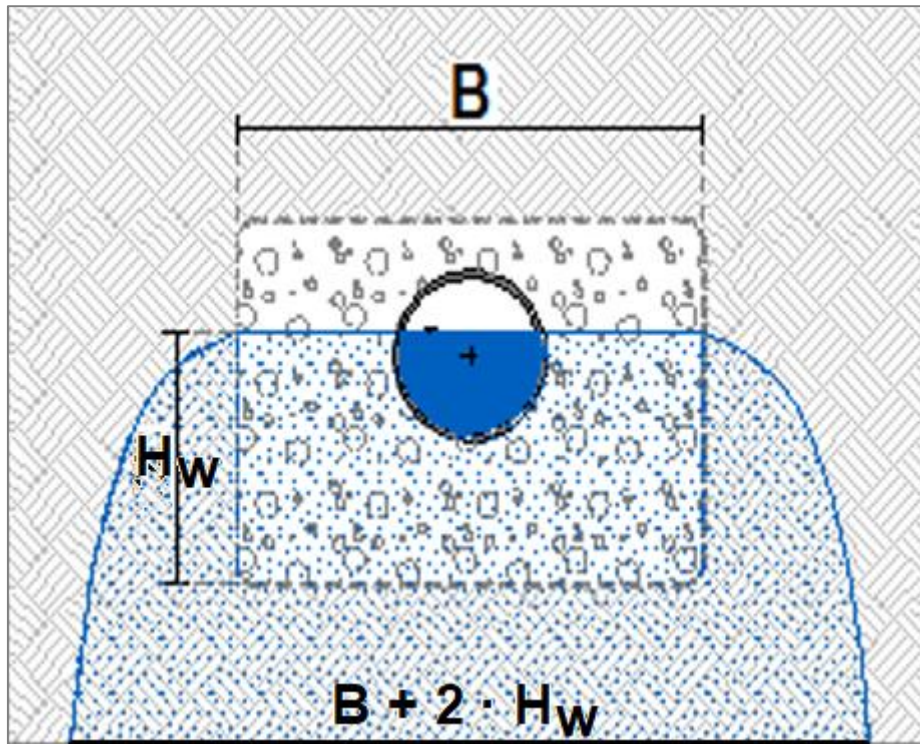
Caratteristiche di vari tipi di sedimenti sciolti (**U.S. Geological Survey**) e Classi di sedimenti (**R. Compton**).

In base alla relazione che determina il volume di stoccaggio, è necessario effettuare un predimensionamento della struttura drenante e, di conseguenza, una volta calcolato il volume del dispositivo drenante *V_D*, questo deve essere confrontato con quello di progetto: se quest'ultimo risulta incompatibile, perché inferiore od eccessivamente sovrastimato, occorre dimensionare nuovamente il dispositivo infiltrante reiterando il calcolo finché l'area di percolazione calcolata (*A'_{perc}*) non risulti pari od al più superiore all'area di percolazione di progetto *A_{perc}* (A. Muraca e V. Mangione, 2006). Se si realizza una trincea rettangolare, con profondità utile *H_w* (*tirante idraulico*) e larghezza di scavo **B** [m], la lunghezza (**L**), della stessa, è data dal seguente rapporto:

$$L = \frac{V_D}{B \cdot H_w} \quad [\text{m}] \leq 30 \quad [\text{m}]$$

e, quindi, la superficie di infiltrazione di calcolo è pari a (H. Bouwer, 1969):

$$A'_{perc} = L \cdot (B + 2 \cdot H_W) \geq A_{perc} [m^2]$$



Sezione trasversale della trincea drenante.

BIBLIOGRAFIA

- [1] D. Turazza (1867): "Trattato di idrometria o di idraulica pratica", Ed. Tipografia F. Sacchetto, Roma;
- [2] Swedish Water and Sewage Works Association (1983): "Local disposal of StormWater", Publication VAV, Stockholm;
- [3] H. Darcy (1856): "Les fontaines publiques de la ville de Dijon : Exposition et application des principes à suivre et des formules à employer dans les questions de distribution d'eau : Ouvrage terminé par un appendice relatif aux fournitures d'eau de plusieurs villes, au filtrage des eaux et à la fabrication des tuyaux de fonte, de plomb, de tôle et de bitume", Ed. Victor Dalmont, Paris;
- [4] P. Celico (1986): "Prospezioni idrogeologiche", Volume Primo, Liguori Editore; Napoli;
- [5] H. Bouwer (1969): "Teoria dell'infiltrazione da canali", Pubblicazione Riservata Ass.ti ANIPA, Milano.
- [6] A. Muraca, V. Mangione ((2006): "Drenaggio Urbano teorie e applicazioni per l'accumulo, il trattamento e lo smaltimento delle acque meteoriche", Ed. Nuova Bios, Castrolibero (CS).
- [7] G. Calenda (1995): "Piogge intense", Deflussi Urbani – Giornate di Studio 23/24 novembre, Associazione Idrotecnica Italiana Roma.