

ZIRALDO GIANLUGI
 Geologo
 Via Lucca 23
 33034 – FAGAGNA

TELEF.-FAX:0432-800601

E.MAIL: g.ziraldo@libero.it

OGGETTO: Riferimento: "P.A.C. di iniziativa privata denominato "Vicario" di tipo agricolo propedeutico alla realizzazione di un allevamento di galline ovaiole a terra" - Verifica di compatibilità idraulica ai fini dell'invarianza idraulica - Società Agricola Vicario s.s. - Ziraldo Gianluigi, ottobre 2018.
Richiesta integrazioni.

CALCOLO DELLE PRECIPITAZIONI METEORICHE DI RIFERIMENTO (vedi capitolo "i" comma 1 della relazione citata in oggetto)

Curva per eventi meteorici di durata superiore ad un'ora:

$$Tr = 200 \text{ anni} = h = 97.9 \cdot t^{0.29}$$

Curva per eventi meteorici di durata inferiore ad un'ora:

$$Tr = 200 \text{ anni} = h = 97.9 \cdot t^{0.39}$$

DETERMINAZIONE DELLE PORTATE MASSIME DI AFFLUSSO PRE E POSTTRASFORMAZIONE

Per la stima dei parametri in oggetto, con l'ausilio del software "Invidra" della ProgramGeo, si è utilizzato il metodo razionale (vedi tabulati allegati). Nel calcolo si è fatto riferimento al tempo di ritorno di durata di 200 anni, come previsto al punto 12.1 - allegato 1 (I dispositivi idraulici come misura compensativa) del D.P. Reg. n. 83/Pres. del 27.03.2018 sulla compatibilità idraulica qualora si preveda l'esclusivo utilizzo di sistemi di infiltrazione in territori di pianura. Dai calcoli eseguiti sono emersi i valori di seguito riportati:

- portata massima configurazione attuale: $Q_{max} = 199.91 \text{ l/sec.}$
- portata massima configurazione di progetto: $Q_{max} = 369.83 \text{ l/sec.}$

L'incremento della portata generata dalla nuova struttura, considerata ai fini della stima del volume di invaso necessario alla mitigazione, è quindi pari a 169.92 l/sec.

DIMENSIONAMENTO OPERE DI MITIGAZIONE

Tenuto conto che il complesso zootecnico in oggetto risulta ubicato nell'ambito di una zona non servita da un sistema fognario pubblico e nell'intorno dello stesso non sono presenti corsi d'acqua naturali o canali artificiali e pertanto lo scarico in corpo idrico superficiale non risulta fattibile, si ritiene di convogliare le acque meteoriche in un sistema a pozzi perdenti, in grado di infiltrare le portate nei primi strati del sottosuolo. Questa soluzione risulta praticabile in quanto, come evidenziato dalla relazione citata in oggetto, a partire da circa 1 m. dal piano campagna è presente un potente strato alluvionale ghiaioso-sabbioso ad elevata permeabilità. Inoltre, la soggiacenza minima della falda freatica è dell'ordine dei 60-61 m. dal piano campagna.

Si sottolinea come le acque disperse siano individuate da un carico inquinante insignificante e non rappresentano una minaccia di compromissione della qualità dell'acquifero sottostante; esse, inoltre, infiltrandosi nel sottosuolo andranno ad alimentare l'acquifero stesso. Interessando un'area ristretta attorno al pozzo, in un tratto del sottosuolo con terreni prevalentemente ghiaiosi ad elevato stato di addensamento, avranno effetti insignificanti sulla distribuzione delle tensioni efficaci e pertanto non determineranno alcun cedimento del suolo.

Per l'area di progetto, sulla base di quanto riportato al capitolo i comma 6 della relazione in oggetto "Dimensionamento del sistema di dispersione", si prevede, vista l'entità della portata delle acque meteoriche da defluire, la realizzazione di una batteria di 8 pozzi disperdenti del diametro di 2 m. e della profondità di 5.00 m., installati in una trincea di scavo con sponde inclinate di circa 60°, di larghezza al piano campagna pari a 8 m., lunghezza di 55 m. e profondità di circa 5.50 m.

Profondità pozzi	5.0
Altezza tirante liquido	4.0
Diametro dei pozzi (mt.)	2.0
Portata infiltrata (lt/sec.)	72.96
Coefficiente di efficienza	0.70
Portata finale (lt/sec.)	~ 50

Ai fini della sicurezza idraulica si considera un possibile deterioramento del dreno per l'accumulo di materiale fine, e quindi, al fine di tenere conto della riduzione di efficienza nel tempo del pozzo, si stabilisce una portata utile ridotta del 30% rispetto a quella teorica.

Questo sistema (pozzi e materasso drenante) consentirà di fornire in primo luogo un sistema di invaso delle acque meteoriche e, allo stesso tempo, lo smaltimento delle stesse tramite infiltrazione. Per i particolari costruttivi delle opere si rimanda alla relazione in oggetto.

La verifica del sistema di dispersione adottato è stata svolta effettuando un bilancio tra i volumi generati dall'area per diversi tempi di pioggia e il corrispondente volume che il sistema è in grado di smaltire per infiltrazione, ovvero si è provveduto a valutare quale sia la durata critica delle precipitazioni, che corrisponde alla durata del tempo di pioggia a cui corrisponde il massimo volume di invaso temporaneo per eventi caratterizzati da $T_r = 200$ anni come previsto al punto 12.1 del D.P. Reg. n. 83/Pres. del 27.03.2018.

Si sono determinati quindi, per diversi tempi di pioggia, l'altezza di pioggia, il corrispondente volume affluente e il volume defluito nell'intervallo di tempo fissato. La differenza tra i due volumi rappresenta la quantità di acqua da invasare nel sistema.

I risultati di tale elaborazione, condotta mediante il software "Invidra" della ProgramGeo, sono illustrati nei tabulati allegati.

Dal calcolo effettuato si ritiene pertanto sufficiente un volume di 120.67 mc. per garantire l'invarianza idraulica dell'area in questione. Questo volume è costituito dal volume proprio degli otto pozzi e dalla capacità di immagazzinamento del materiale ghiaioso-ciottoloso della trincea, come risulta dalla tabella sotto riportata.

VOLUME DI INVASO DISPONIBILE	
<u>Pozzi drenanti</u>	
N. pozzi	8
Profondità utile	4.00 mt.
Diametro	2 mt.
Sezione	3.14 mq.
Volume totale pozzi	100.48 mq.
<u>Materasso drenante</u>	
Altezza materasso	4.50 mt.
Lunghezza	55 mt.
Larghezza media	4.60 mt.
Volume	1138.50 mc.
Volume a detrarre pozzi	100.48 mc.
Porosità dreno	0.30
Volume materasso	311.41 mc.
VOLUME TOTALE DI INVASO 411.89 MC.	

Il volume invasabile dal sistema è pari a 412 mc., superiore a quello richiesto. L'opera di mitigazione adottata si ritiene pertanto idonea a garantire il rispetto dell'invarianza idraulica della trasformazione edilizia prevista dal Piano in oggetto.

IL GEOLOGO (Ziraldo Gianluigi)

Ziraldo Gianluigi



ALLEGATI

Introduzione

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

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

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

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

Determinazione della pioggia di progetto.

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

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

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

Per il dimensionamento delle vasche di laminazione e delle aree verdi ribassate, dove il volume d'infiltrazione non superi il 50% del volume idrico totale, solitamente si fa riferimento a un tempo di ritorno delle piogge di 50 anni. Per il dimensionamento di pozzi filtranti, trincee drenanti e aree verdi ribassate, in questo caso quando i volumi infiltrati superano il 50% del totale, si utilizzano tempi di ritorno più elevati, solitamente 100 anni nelle aree collinari e 200 anni in pianura.

Dimensionamento di pozzi filtranti.

Si tratta di pozzi a sezione circolare in cui il fondo non è impermeabilizzato. L'acqua superficiale, durante l'evento meteorico, viene convogliata nei pozzi dove s'infiltra nel terreno. Il dimensionamento dei pozzi filtranti viene eseguito nella pratica attraverso la stima del suo volume minimo, tenendo in considerazione oltre alla portata in entrata anche quella in uscita per infiltrazione.

Stima dell'afflusso superficiale.

Si prendono in considerazione due casi:

- portata di afflusso costante;
- portata di afflusso variabile nel tempo.

Il secondo caso si ha quando l'afflusso superficiale viene inviato direttamente ai pozzi, in assenza di vasche di accumulo.

Nell'ipotesi di portata variabile nel tempo, il calcolo dell'afflusso superficiale può essere condotto con il metodo razionale, che consente di descrivere l'andamento dei volumi idrici di superficie con il tempo. L'applicazione di questo metodo comporta l'adozione di un processo di trasformazione afflussi-deflussi basato su un modello di tipo cinematico. Si parte dal presupposto che la portata uscente dal bacino cresca gradualmente, dall'inizio della precipitazione meteorica, fino a raggiungere un valore massimo al tempo t_c . Questa grandezza prende il nome di tempo di corrivazione e, fisicamente, indica l'intervallo di tempo necessario perché una particella idrica, partendo dal punto più distante del bacino, possa giungere alla sezione di chiusura. Da l'istante t_c in poi alla portata defluente Q contribuisce tutto il bacino e quindi Q assume il suo valore massimo. La portata rimane quindi costante fino al momento in cui si esaurisce l'evento piovoso.

Il tempo di corrivazione può essere stimato con la relazione proposta da Boyd per aree sub-pianeggianti di limitata estensione:

$$t_c(\text{ore}) = t_0 + t_r$$

dove:

$$t_r = (1,5 A)^{0,5} / v \text{ e } t_0 = k A^d$$

in cui:

A(kmq)	= area della superficie trasformata;
k	= 2,51
d	= 0,38
v	= 1,00

Nell'applicazione del metodo razionale si fanno solitamente l'ipotesi che che la precipitazione meteorica netta abbia intensità costante (ietogramma rettangolare);

Partendo da questa ipotesi semplificatrice, all'istante t il volume accumulato nel pozzo filtrante può essere descritto dalla seguente relazione:

$$W(\text{mc}) = c_a A a t^n$$

in cui:

c_a	= coefficiente di afflusso;
A	= superficie dell'area trasformata;
a	= parametro a della curva di possibilità pluviometrica;
n	= parametro n della curva di possibilità pluviometrica.

Il valore della durata critica dell'evento meteorico (t_r), per la quale si ha il massimo accumulo idrico nel pozzo, non è valutabile direttamente e può essere ricavato solo procedendo per tentativi, facendo variare la durata dell'evento meteorico fino a individuare il volume massimo. La durata totale della simulazione può essere posta indicativamente uguale a due volte la durata della pioggia di riferimento.

Calcolo del volume minimo dei pozzi.

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

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

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

in cui:

$Q_p(\text{mc/h})$	= portata dell'afflusso meteorico al tempo t;
--------------------	---

$Q_f(\text{mc/h})$	= portata che s'infiltra nel terreno al tempo t ;
$\Delta t(\text{h})$	= passo di calcolo temporale;
$\Delta W(\text{mc})$	= volume invasato nel pozzo.

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

Fissato un passo temporale di calcolo Δt , il termine Q_p viene essere posto costante e la grandezza Q_f viene fornita dalla relazione (Sieker, 1984):

$$(b) Q_f = (k/2) [(L + h) / (L + 0,5h)] A_f$$

dove:

$L(\text{m})$	= profondità della falda misurata dal fondo del pozzo;
$h(\text{m})$	= altezza della colonna d'acqua nel pozzo;
$k(\text{m/s})$	= permeabilità del terreno saturo;
$A_f(\text{mq})$	= superficie drenante = $\pi(0,5d+0,5h)^2 - \pi d^2/4$
$d(\text{m})$	= diametro del pozzo

Infine il termine ΔW si ricava con la relazione:

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

in cui:

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

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

$$h = \Delta W_1 / A_p$$

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

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

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

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

Dimensionamento pozzi filtranti: portata affluente variabile

N.	A(mq)	ca1	ca2	tc(s)	Dp(m)	k(m/s)	N.pozzi	Falda(m)	Qu(mc/s)	H(m)	Q1(mc/s)	Q2(mc/s)	u(mc/ha*s)	tr(s)	Vtot(mc)	vsp(mc/ha)
1	39940	0,20	0,37	881,2	2,00	10e-3	8	60	0,2	4,8	0,199909	0,369831	0,092597	2727,54	120,67	30,2138
Tot.	39940,0														120,67	

Descrizione dato	Valore
Parametro a della curva pluviometrica (mm/h):	97,9
Parametro n della curva pluviometrica:	0,39
Parametro b della curva pluviometrica (h):	0,0
Fattore correttivo di n o c:	1,0
Numero aree trasformate:	1

LEGENDA: A=estensione dell'area trasformata; ca1=coefficiente di afflusso pre-trasformazione; ca2=coefficiente di afflusso dopo la trasformazione; tc=tempo di corrivazione; Dp=diametro dei pozzi; k=permeabilità del terreno; N.pozzi=numero pozzi; Falda=profondità della falda dal p.c.; Qu=portata di afflusso pre-trasformazione stimata; H=altezza max del livello dell'acqua nei pozzi; Q1=portata di afflusso prima della trasformazione calcolata; Q2=portata di afflusso dopo la trasformazione; u=coefficiente udometrico; tr=durata di pioggia critica; Vtot=volume idrico accumulato nei pozzi; Vsp = volume specifico.

