Servizio di indagini ambientali per il monitoraggio e controllo delle acque sotterranee nei Comuni di Giugliano in Campania (NA) e Villa Literno (CE)

In attuazione del programma di attività di implementazione del piano di azione per il contrasto dei roghi dei rifiuti-monitoraggio ambientale, studio ed approfondimento della salute della popolazione residente in aree a rischio anno 2019/2022 – Giunta Regionale della Campania, si rende necessario eseguire delle indagini ambientali attraverso il monitoraggio e controllo delle acque sotterranee nei Comuni di Giugliano in Campania (NA) e Villa Literno (CE).

In particolare, sono necessari le seguenti indagini ambientali ed i seguenti rilievi di dati idrogeologici:

- rilievo quote topografiche dei punti di monitoraggio;
- rilievo piezometrico dei punti di monitoraggio;
- prova di permeabilità in situ;
- prelievo di campioni indisturbati per analisi geotecniche e prove di permeabilità su provini;
- esecuzione di sondaggi geognostici da attrezzare a punti di monitoraggio;
- rilievo in campo dei dati con Sonda multiparametrica per singolo campione di Ossigeno Disciolto ottico, conducibilità, TDS, resistività, Salinità SSG, PH, ORP, Temperatura;
- approfondimento di valori isotopici con riferimento particolare al Trizio e all'Ossigeno.

I servizi richiesti comprendono tutte le attività e le forniture necessarie per la loro realizzazione e corretta esecuzione negli ambienti di destinazione.

La Ditta affidataria dovrà rendersi disponibile a svolgere le richieste indagini dal giorno successivo alla ricezione del buono d'ordine e fino al 30.04.2025. La Stazione Appaltante avrà cura di comunicare con preavviso alla Ditta affidataria le date di inizio delle attività, previa verbalizzazione dell'inizio delle attività.

Il servizio richiesto prevede nello specifico le seguenti attività da svolgersi, a corpo, nei Comuni di Giugliano in Campania (NA) e Villa Literno (CE):

- **Rilievo quote topografiche dei punti di controllo su n. 25 punti d'acqua (pozzi/piezometri)** finalizzata alla riduzione degli errori nella ricostruzione della morfologia della superficie piezometrica. L'ubicazione dei punti (coordinate geografiche) sarà fornita dalla Stazione Appaltante.

Le quote dovranno essere riportate in metri sul livello del mare in apposita scheda monografica del punto d'acqua all'uopo redatta dall'Amministrazione affidataria.

- **Rilievo piezometrico su n. 30 punti d'acqua** attraverso sonda freaticometrica della lunghezza di almeno 150m. Dovranno essere misurati i livelli in condizioni statiche (senza emungimento) rispetto ad un piano di riferimento (piano campagna, bocca pozzo) che dovrà essere scelto ed indicato nella scheda monografica del punto d'acqua.

In questa fase verrà realizzata la misura anche della profondità del punto da monitorare, allo scopo di verificare lo stato di conservazione dello stesso.

La misura della profondità della superficie freatica permetterà di calcolare lo spessore della colonna d'acqua all'interno di ciascun punto d'acqua, conoscendo la profondità dello stesso e conseguentemente il volume di acqua contenuto all'interno dello stesso prima di procedere alle operazioni di campionamento.

- **Esecuzione prova di permeabilità in foro tipo Lefranc su n. 1 punto di monitoraggio.**

La prova dovrà essere eseguita ogni 10m.

Consiste nell'instaurare un dislivello piezometrico tra l'interno del foro, dove è stata realizzata la sezione filtrante, e l'esterno. Il moto di filtrazione che ne segue è diretto dal foro verso l'esterno (prova d'immissione) o dall'esterno verso il foro (prove di ritorno).

Le prove possono essere eseguite:

- a carico idraulico costante (nel caso di terreni con più elevata conducibilità), effettuata mantenendo costante il dislivello piezometrico e misurando la portata;
- a carico idraulico variabile (nel caso di terreni con conducibilità non elevata), effettuata instaurando un dislivello iniziale e registrando nel tempo le variazioni di altezza. La preparazione del tratto di terreno sarà effettuata secondo il tipo di schema prescelto:

a) prova su fondo filtrante piano:

b) prova con filtro cilindrico.

c) determinazione del coefficiente di permeabilità verticale:

Per la determinazione della permeabilità al di sopra del livello della falda, le prove dovranno essere precedute da una fase di saturazione, che potrà considerarsi conclusa quando si raggiunga, in condizioni di portata immessa costante, la stabilità del livello dell'acqua all'interno del foro. Tale fase di saturazione, comunque, non potrà avere durata inferiore a 30 minuti.

Misura della permeabilità verticale kh

Metodo a carico idraulico variabile.

Il metodo a carico idraulico variabile sarà eseguito mediante:

- riempimento con acqua fino all'estremità del rivestimento;
- misura del livello dell'acqua all'interno del tubo (senza ulteriori immissioni) a distanza di 15", 30", 1', 2', 4', 8', 15', 20', 25', 30', 45' e 60' dall'inizio dell'abbassamento, fino all'esaurimento del medesimo o al raggiungimento del livello di falda.

Le prove a carico variabile al di sotto del livello della falda possono essere eseguite abbassando di un'altezza nota il livello dell'acqua nel foro e misurando la velocità di risalita del livello (prove di risalita), oppure riempiendo il foro d'acqua per un'altezza nota e misurando la velocità di abbassamento del livello (prova di abbassamento).

Il coefficiente di permeabilità K (m/s) sarà determinato dalla formula

$$K = A \cdot 7 (F * T)$$

dove: A = area della sezione trasversale del foro al livello dell'acqua, cioè la sezione del rivestimento (m^2)

F = fattore di forma che dipende dalla geometria della prova (m) calcolato con la soluzione analitica di Hvorslev (1951)

T = tempo di riequilibrio (basic time-lag) (s) determinato diagrammando i valori del rapporto h/h_0 in scala logaritmica con i relativi valori di tempo in scala decimale, tracciando la retta che meglio interpola tali punti e disegnando la parallela alla stessa ma passante per l'origine degli assi; il valore di tempo T è quello letto in corrispondenza del rapporto $h/h_0=0,37$.

Metodo a carico idraulico costante.

Il metodo a carico idraulico costante sarà eseguito mediante:

- Immissione di acqua pulita nella batteria di rivestimento, fino alla determinazione di un carico idraulico costante, cui corrisponde una portata assorbita del terreno costante e misurata;
- Controllo della portata immessa a regime idraulico costante che sarà determinato con conta litri di sensibilità pari a 0,1 litri. La taratura del conta litri di immissione a regime costante deve essere verificata in situ riempiendo un recipiente di volume noto e capacità superiore a 100 litri; le condizioni di immissione a regime costante devono essere mantenute, senza variazione alcuna, per 10-20 min; a partire dal momento dell'interruzione della prova, si misureranno gli abbassamenti progressivi del livello dell'acqua all'interno del rivestimento a distanza di 15", 30", 1', 2', 4', 8', 15', proseguendo fino all'esaurimento dell'abbassamento o al raggiungimento del livello di falda. La prova di abbassamento e la prova a carico costante possono essere eseguite anche nel terreno al di sopra del livello di falda, sul terreno precedentemente saturato, come precedentemente

specificato. Il coefficiente di permeabilità K (m/s) viene determinato secondo la seguente formulazione

$$K = Q / (F * h)$$

dove:

Q = portata immessa o emunta (m³ /s);

F = fattore di forma che dipende dalla geometria della prova;

h = differenza di altezza del livello dell'acqua provocato dall'immissione o dall'emungimento (m).

La documentazione di ciascuna prova comprenderà:

Informazioni generali; schema geometrico della prova; livello di falda; tempo di saturazione (se eseguita) portata a regime; letture degli abbassamenti in relazione ai tempi progressivi; interpretazione dei dati ottenuti e calcolo della permeabilità

- Prelievo di campioni indisturbati per caratterizzazione meccanica e prove di permeabilità su provini

Per n. 1 sondaggio geognostico, da indicarsi a cura dell'Amministrazione affidataria, si dovranno prelevare i seguenti campioni:

- un campione indisturbato ogni 5m.;

I campioni destinati ad analisi geotecniche di laboratorio dovranno essere di tipo indisturbato, prelevati con idonei campionatori, scelti in base alle caratteristiche dei terreni. Nei terreni coesivi e semicoesivi saranno utilizzati campionatori Shelby, Osterberg o analoghi).

I campioni indisturbati avranno dimensioni non inferiori a 100 mm di diametro e 50 cm di lunghezza.

I campioni dovranno essere contraddistinti da cartellini inalterabili, che indicheranno:

numero identificativo del punto d'acqua; numero del campione; profondità di prelievo; tipo di campionatore impiegato; data di prelievo; tipo di prova di laboratorio geotecnica previsto per il campione. Le determinazioni a farsi sui campioni prelevati prevedono:

- analisi granulometrica

- porosità

- prova di permeabilità in laboratorio

- Esecuzione di sondaggi da attrezzare a piezometro per il monitoraggio e controllo acque sotterranee

Il servizio prevede l'esecuzione di perforazioni ad andamento verticale eseguite a distruzione di nucleo con carotieri di diametro compreso fra 86 e 127 mm.

E' previsto il condizionamento dei fori di sondaggio a piezometro a tubo aperto. In particolare, l'installazione di piezometri alla profondità tra i 60m e i 90m dal piano campagna intercettando il primo ed il secondo livello produttivo e di almeno n. 1 piezometri alla profondità di 50m intercettando il primo livello produttivo.

Tutti i perfori dovranno essere rivestiti con tubazioni in PVC del diametro nominale di 3" micro fessurate ai soli produttivi e cieche per i restanti tratti.

E' prevista la posa in opera di dreno siliceo nell'intorno dei tratti drenanti (il diametro del dreno sarà stabilito in corso d'opera sulla base della granulometria effettiva dell'acquifero da filtrare) nonché l'installazione di idonei pozzetti protettivi (es. cameretta di cemento e chiusini carrabili in ghisa) aggettanti o non aggettanti dal piano campagna.

La bocca pozzo, inoltre, dovrà essere chiusa da un tappo con guarnizione in gomma a espansione munita di chiusura a chiave (lucchetto).

Dopo l'allestimento del piezometro, dovrà essere eseguito lo sviluppo dello stesso al fine di migliorare le caratteristiche idrauliche del sistema piezometro acquifero e per consentire la successiva fase di campionamento delle acque. L'acqua di risulta prodotta nell'operazione di sviluppo dei piezometri dovrà essere gestita secondo la normativa vigente in materia di smaltimento dei rifiuti liquidi.

Tutte le fasi di perforazione e allestimento a piezometro dovranno essere eseguite da personale specializzato dotato di strumentazione adeguata

Tutti gli oneri, anche di carattere amministrativo, connessi alla esecuzione del servizio descritto con il presente elaborato sono a carico dell'operatore economico affidatario il quale emetterà alla Stazione Appaltante fattura relativa al solo servizio richiesto. Non sono, quindi, richiesti oneri aggiuntivi a carico della Stazione Appaltante.

La Ditta affidataria, alla fine del servizio, dovrà consegnare una relazione tecnica che descriva i risultati dell'intera attività eseguita.

Napoli, 25.02.2025

Il Responsabile Scientifico
F.to Prof. Paolo Montuori