



# COMUNE DI STATTE

SERVIZIO AMBIENTE- ECOLOGIA - SANITA'

## INTERVENTI COMUNALI URGENTI DI BONIFICA AMBIENTALIZZAZIONE E RIQUALIFICAZIONE DI STATTE

INTERVENTO 1: PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE  
ACQUE DI FALDA PROFONDA

## PROGETTO ESECUTIVO

Interventi a valere sulla delibera cipe n. 87/2012 (GURI S.G. n. 256 del 2/11/2012)

R1 RELAZIONE TECNICA GENERALE

TEAM DI PROGETTAZIONE:

UFFICIO AMBIENTE, ECOLOGIA E SANITÀ

Ing. Mauro De Molfetta

Geom. Fabio CALCAGNILE

Geom. Francesco DE FELICE



APRILE 2013

# INDICE

<b>I 0 .</b>	PREMESSA.....	2
<b>I 1 .</b>	LAY-OUT DEGLI INTERVENTI DI BONIFICA IN ZONA PIP STATTE.....	4
<b>I 2 .</b>	INTRODUZIONE: criteri generali per la redazione del progetto.....	5
<b>I 2 . 1 .</b>	PIANO DI INVESTIGAZIONE DI DETTAGLIO ACQUE SOTTERRANEE .....	6
<b>I 3 .</b>	Ubicazione.....	8
<b>I 3 . 1 .</b>	Raccolta e sistematizzazione dei dati esistenti .....	8
<b>I 3 . 2 .</b>	REALIZZAZIONE DEI PIEZOMETRI.....	9
<b>I 3 . 3 .</b>	RILIEVO FREATIMETRICO .....	12
<b>I 3 . 4 .</b>	RILIEVO TOPOGRAFICO .....	12
<b>I 3 . 5 .</b>	CAMPIONAMENTI.....	12
	<i>Campioni di terreno .....</i>	13
	<i>Campioni di acque di falda .....</i>	15
<b>I 3 . 6 .</b>	PROVE DI PERMEABILITA' E PROVE DI PORTATA .....	18
	Prove Lugeon .....	18
	Prove di portata .....	19
	Prove di portata a gradini .....	19
	Prove di portata di lunga durata .....	20
<b>I 3 . 7 .</b>	ELABORAZIONE ED INTERPRETAZIONE DEI DATI .....	21

## **IO. PREMESSA**

Con il presente documento si intende riassumere l'insieme degli interventi necessari per la bonifica ambientale del sito "Zona Per gli Insediamenti Produttivi di Statte" (PIP) localizzato all'interno del perimetro del SIN di Taranto (ex DM 10/01/2000).

Il documento assorbe integralmente le osservazioni e le precisazioni tecniche come risultanti dalle diverse riunioni e conferenze dei servizi intrattenute nell'ambito del procedimento del MATTM finalizzato all'esecuzione dei piani della caratterizzazione delle aree ricadenti all'interno del SIN, nonché dalla Regione Puglia Ufficio Rifiuti e Bonifiche (CDS decisoria Piano della Caratterizzazione Area Vasta Statte del 15/01/2013).

Dando seguito a quanto emerso in occasione della cabina di regia dello scorso 21 marzo intrattenuta presso il Comando Provinciale dei VVF di Taranto, al fine di orientare quanto più possibile le investigazioni dirette all'interno del perimetro del sito contaminato e così reperire ulteriori informazioni in ordine alla stratigrafia dell'ammasso, si è modificata l'ubicazione dei piezometri (nuovo elaborato grafico denominato "TAV. n. 3 PLANIMETRIA UBICAZIONE PIEZOMETRI (1:5.000) rev.1 del 22/03/2013) che sostituisce integralmente quello trasmesso in allegato alla nota n. 4691 del 19.03.2013.

Si da per noto il modello concettuale preliminare del sito, visti i risultati ottenuti in esecuzione dei diversi piani di caratterizzazione posti in essere dai lottizzandi, il cui procedimento risulta concluso ex lege da parte del MATTM.

Al fine di definire la migliore tecnologia di bonifica ambientale risulta necessario procedere con la investigazione di dettaglio del comparto acque sotterranee e della successiva analisi di rischio sito specifica. (indagini integrative mirate alla migliore definizione del Modello Concettuale Definitivo del sito)

Attesa l'impossibilità di procedere con la rimozione del suolo contaminato, per evidenti ragioni economiche e a valle delle investigazioni di dettaglio sul

comparto acque sotterranee è ipotizzabile procedere con interventi di bonifica di messa in sicurezza permanente e ripristino ambientale del sito.

**I 1 . LAY-OUT DEGLI INTERVENTI DI BONIFICA IN ZONA PIP STATTE.**



1. efficacia delle misure di sicurezza in caso di messa in sicurezza permanente, in particolare di quelle adottate al fine di impedire la migrazione degli inquinanti all'esterno dell'area oggetto dell'intervento;
2. efficienza di sistemi, tecnologie, strumenti e mezzi utilizzati per la bonifica/messa in sicurezza permanente, sia durante l'esecuzione che al termine delle attività di bonifica e ripristino ambientale o della messa in sicurezza permanente.

## **I 2. INTRODUZIONE: criteri generali per la redazione del progetto.**

La presente relazione ha lo scopo di indicare la metodologia di investigazione e caratterizzazione del territorio di pertinenza della zona PIP di Statte potenzialmente compromesso da sostanze contaminanti presenti nel suolo e sottosuolo, come accertato in occasione dell'esecuzione dei diversi piani di caratterizzazione eseguiti, in conformità alla vigente normativa ed in aderenza al procedimento ministeriale dell'area SIN di Taranto e Statte, dai lottizzandi.

Le campagne di indagini condotte nel sito in questione hanno messo in evidenza che nel suolo/sottosuolo sono presenti sostanze contaminanti in concentrazioni superiori alle CSC e che potrebbero aver impattato la falda sotterranea profonda.

Al fine di consentire l'elaborazione del progetto di bonifica ambientale risulta ex lege necessario condurre ulteriori INDAGINI INTEGRATIVE volte a meglio definire il Modello Concettuale Definitivo del sito.

Le indagini integrative che si intendono proporre hanno l'obiettivo di meglio definire i parametri sito specifici necessari per l'applicazione dell'analisi di rischio ed eventualmente la migliore calibrazione dei modelli di calcolo impiegati.

Tali indagini includono: campionamenti e analisi di terreno e acque sotterranee di falda profonda con le modalità riportate ai paragrafi che seguono; prove specifiche per definire i parametri caratteristici dell'acquifero e acquisire parametri sito-specifici.

L'ubicazione dei punti di campionamento, come si vedrà nel seguito, ha seguito un criterio misto ragionato-casuale in funzione del differente utilizzo delle aree del sito. In particolare, nella scelta dei punti di indagine si è tenuto conto della presenza di aree infrastrutturate da opifici, aree dismesse e/o libere da impianti e aree occupate da impianti, collocando i punti di campionamento in corrispondenza dei punti di criticità ma esclusivamente su

porzioni ricadenti sulle strade pubbliche afferenti alla zona PIP, di proprietà del Comune di Statte e della Provincia di Taranto, sulle quali i sondaggi possono essere eseguiti senza richiesta di permessi e/o nulla osta da parte di privati.

I risultati delle attività di indagine, che saranno svolte in esecuzione del presente piano, saranno espressi sotto forma di tabelle di sintesi, di rappresentazioni grafiche e cartografiche, tra cui:

- carte geologiche, strutturali ed idrogeologiche;
- planimetrie con dell'ubicazione delle indagini svolte e dei punti di campionamento;
- carte piezometriche, con evidenziazione delle direzioni prevalenti di flusso e dei punti di misura;
- carte di rappresentazione della contaminazione.

Trattandosi di SIN la documentazione sarà resa in conformità alle specifiche della banca-dati informatizzata del MATTM per permettere la precisa archiviazione di tutti i dati relativi al sito e dei risultati di ogni tipo di investigazione.

L'obiettivo è dunque l'elaborazione del Modello Concettuale Definitivo del sito che mira alla rappresentazione delle sorgenti di contaminazione, dei percorsi di trasporto ed esposizione attivi e dei recettori della potenziale contaminazione, nonché di elaborare, sulla base dello stesso, un'Analisi di Rischio sito-specifica.

### **12.1. PIANO DI INVESTIGAZIONE DI DETTAGLIO ACQUE SOTTERRANEE**

Ai fini della completa valutazione del rischio di inquinamento per l'ambiente naturale, e del danno per la salute pubblica, saranno condotte analisi sulle sui terreni e sulle acque sotterranee che possono essere potenzialmente contaminate.

Il piano delle indagini per la caratterizzazione dello stato di fatto è stato predisposto tenendo presenti i criteri di cui al D.Lg 152/2006.

Esso riguarda le aree come indicate nella planimetria allegata.

Il programma delle indagini è stato definito applicando le strategie previste dal citato testo unico ambientale.

Il piano di investigazione di dettaglio, consiste in campionamenti, indagini e analisi finalizzati alla esatta definizione del livello di inquinamento del comparto acque sotterranee di falda profonda.

Il campionamento, le indagini e le analisi da condurre garantiranno di:

- definire con precisione il grado, l'estensione volumetrica dell'inquinamento e la presenza di eventuali focolai di contaminazione;
- individuare le vie di dispersione e migrazione degli inquinanti dalle fonti e rilevare la concentrazione delle sostanze inquinanti nella falda profonda influenzate dal sito;
- ottenere i parametri necessari a condurre nel dettaglio l'analisi di rischio;
- definire le vie di esposizione di bersagli umani ed ambientali alle sostanze inquinanti ed individuare i bersagli da sottoporre eventualmente ad indagine diretta.

Le indagini da svolgere saranno di tipo diretto (perforazioni geognostiche e installazione di piezometri) e consisteranno sinteticamente:

- nella realizzazione di n. 10 perforazioni geognostiche, spinte alla profondità di 40 m da p.c. e allestite a piezometro di monitoraggio della falda;
- nel prelievo e analisi di n. 4 campioni di suolo per ogni verticale di indagine, per un totale di n. 40 campioni;
- nella verifica della presenza di prodotto surnatante in ciascun punto di indagine;
- nel prelievo e analisi di n. 10 campioni di acque di falda
- nell'esecuzione, in ciascun piezometro, di una prova multi - well per la

determinazione di velocità effettiva, porosità efficace, coefficienti di dispersione longitudinale e trasversale, dispersività longitudinale e trasversale, mediante immissione di un tracciante radioisotopico in un pozzo/piezometro e monitoraggio della sua concentrazione in uno o più punti di misura posti a valle dello stesso:

- nell'esecuzione di una prova a gradini di portata per la determinazione dei parametri idrodinamici dell'acquifero in 3 dei piezometri realizzati.

### **I 3 . Ubicazione**

L'area di indagine è localizzata all'interno del territorio amministrativo del Comune di Statte, all'interno del SIN di Taranto e Statte.

Essa è geograficamente definita e delimitata come nelle tavole allegate.

La superficie di territorio da investigare si estende per circa 90.000 mq.

#### **I 3 . 1 . Raccolta e sistematizzazione dei dati esistenti**

In questa sezione, al fine di ricostruire un'accurata descrizione del sito in esame si è raccolta la documentazione necessaria per impostare le indagini.

Sulla base delle informazioni e della documentazione raccolta, indispensabili per la successiva fase di progettazione, si può riassumere quanto segue:

- **mappatura dettagliata dell'area e localizzazione del sito** (si vedano le tavole allegate COROGRAFIA, AEROFOTOGRAMMETRIA)
- **uso del sito attuale:** industriale;
- **destinazione d'uso prevista dagli strumenti urbanistici:** artigianale - industriale – zona PIP;
- **Caratterizzazione dettagliata geologico-stratigrafica, idrogeologica del sito:** si veda l'allegata documentazione;
- **descrizione dei corpi idrici superficiali:** assenti.



livello litologico omogeneo:

- Tipo litologico
- Colore
- Caratteri strutturali
- Eventuale presenza di anomalie dovute a contaminazioni (evidenze organolettiche).

Una volta ultimato il foro il piezometro verrà allestito impiegando tubi in PVC da 4", ciechi e fenestrati in funzione degli spessori delle litologie riscontrate e del livello della frangia capillare.

L'intercapedine foro-tubo sarà riempita con ghiaio di pezzatura pari a 3 mm in corrispondenza del tratto filtrato, sabbia per uno spessore di 0,2 m al di sopra del dreno, tappo impermeabile di bentonite per lo spessore di 0,5 m e miscela di cemento e bentonite sino al piano campagna.

Il piezometro dovrà essere dotato di tappo a vite e ove ciò non sia possibile (ad esempio per assenza della filettatura sulla testa pozzo) potrà essere impiegato un tappo a pressione.

Tutti i piezometri saranno protetti da idonei pozzetti in CLS dotati di passo d'uomo in ghisa sferoidale o acciaio a tenuta o chiusini fuori terra.

Nel caso di perforazioni di durata superiore alla giornata, verrà eseguita la misura del livello piezometrico a fine giornata e verrà protetto il foro da eventuali contaminazioni esterne. Il livello piezometrico verrà inoltre registrare anche il giorno successivo alla ripresa delle operazioni di perforazione.

Al termine della installazione del piezometro, verificata l'assenza di prodotto surnatante, si procederà al suo sviluppo mediante la tecnica del pistonaggio o attraverso cicli consecutivi di emungimento-riempimento naturale. La corretta esecuzione dello sviluppo garantisce di ottenere la massima produttività possibile dal piezometro realizzato e maggiore probabilità di campionamento di tipo dinamico.

La profondità da raggiungere con le perforazioni (metri 40), assicurerà la rappresentatività delle indagini da eseguire e la definizione dello stato qualitativo della potenziale contaminazione. Le modalità di esecuzione scongiureranno invece il rischio di diffusione della contaminazione indotta dalle attività geognostiche.

I materiali di risulta saranno stoccati provvisoriamente in area idonea allo stoccaggio di rifiuti, appositamente individuata in sito e indicata in planimetria di progetto e smaltiti, previa caratterizzazione, ai sensi della normativa vigente a cura della Ditta esecutrice.

Il piano di analisi e le metodiche analitiche, da eseguire sui campioni di terreno e acque prelevati è quello previsto dal D.Lg 152/2006.

I risultati saranno riportati implementando il sistema informativo ministeriale e regionale di competenza della zona SIN.

Il campionamento e le analisi dovranno essere effettuati in modo da fornire un campione rappresentativo della reale concentrazione di una determinata sostanza nello spazio, cioè nell'area e nel volume campionati.

Durante le perforazioni atte alla realizzazione dei piezometri verrà eseguita una attività di campionamento del suolo- sottosuolo, come indicato nel computo metrico parte del presente progetto.

Pertanto in conformità al regolamento, saranno realizzati 10 piezometri.

La profondità sarà di metri 40.

Necessariamente, in sede di campionamento, il responsabile dell'esecuzione del piano di investigazione in situ deciderà quando far terminare la fase di avanzamento della perforazione, in funzione delle variabili geologiche puntuali degli starti attraversati.

La frequenza dei prelievi in senso verticale potrà essere modificata e

integrata sulla base delle osservazioni effettuate in campo.

La profondità di campionamento potrà quindi essere limitata o ridotta nei casi in cui la realizzazione di un carotaggio possano costituire rischio di contaminazione per altri strati geologici, per la falda e quindi per le acque sotterranee, creando una via preferenziale di diffusione degli inquinanti.

### **I 3 . 3 .** **RILIEVO FREATIMETRICO**

Al termine di tutte le perforazione e in condizioni statiche (almeno 24 h dopo lo sviluppo), dovrà essere effettuata la misura del livello freaticometrico in corrispondenza di ciascuno dei piezometri. Il rilievo consentirà di definire l'andamento dettagliato delle linee isofreatiche e ricostruire il campo di moto della falda superficiale. Qualora si rilevi la presenza di prodotto surnatante, sarà necessario verificarne lo spessore con sonda di interfaccia.

### **I 3 . 4 .** **RILIEVO TOPOGRAFICO**

Al termine delle attività di perforazione dei sondaggi e installazione dei piezometri verrà eseguito un rilievo topografico di dettaglio. Tale rilievo, effettuato con strumentazione in grado di garantire la precisione centimetrica, consentirà una rappresentazione del sito in tutti i suoi particolari plano-altimetrici e sarà restituito in scala adeguata all'estensione del sito. Le coordinate di tutti i punti saranno georeferenziate nel sistema di riferimento UTM/WGS84 o Gauss Boaga e le quote dovranno essere espresse in metri sul livello medio marino.

In corrispondenza dei piezometri saranno quotati sia il pozzetto carrabile che la testa pozzo.

### **I 3 . 5 .** **CAMPIONAMENTI**

Le attività di campionamento rispetteranno scrupolosamente quanto previsto dal D.Lgs. 152/06.

Al fine di ottenere campioni rappresentativi:

- la composizione chimica del materiale prelevato non verrà alterata a causa di surriscaldamento, di dilavamento o di contaminazione da parte di sostanze e/o attrezzature durante il campionamento;
- la profondità del prelievo nel suolo sarà determinata con la massima accuratezza possibile;
- il campione prelevato sarà conservato con tutti gli accorgimenti necessari affinché non subisca alterazioni;
- in particolare, i campioni contenenti sostanze degradabili o volatili saranno posti immediatamente in contenitori in vetro o in polietilene ed eventualmente additivati con sostanze conservanti non interferenti con le analisi, tenuti chiusi, al buio ed al riparo da fonti di calore e, ove necessario, in frigorifero e saranno avviati all'analisi nel più breve tempo possibile.

Il responsabile delle operazioni di campionamento descriverà su appositi moduli di campo eventuali evidenze visive e olfattive di inquinamento e particolarità stratigrafiche e litologiche rilevabili nella carota.

Sarà preferito l'utilizzo di guanti e attrezzature monouso e particolare attenzione e cura sarà posta nelle operazioni di decontaminazione delle attrezzature utilizzate per il prelievo dei suoli contaminati e per le perforazioni, al fine di evitare fenomeni di cross contamination e la contaminazione da oli lubrificanti e altre sostanze dai macchinari.

### ***Campioni di terreno***

In corrispondenza di ognuno dei punti di indagine saranno prelevati i seguenti campioni di terreno:

- suolo superficiale (0-1 m da p.c.);
- suolo profondo (n. 2 campioni a profondità definite in corso d'opera e rappresentativi dei livelli stratigrafici rilevati);
- suolo profondo a livello della frangia capillare.

Nel caso in cui siano presenti livelli stratigrafici significativi dal punto di vista dell'inquinamento (almeno 30 cm di spessore sono lo strato minimo da considerare), sarà prelevato un ulteriore campione puntuale.

Per ogni campione saranno prelevati anche n. 2 contro-campioni che saranno sigillati e adeguatamente conservati (per tutta la durata delle attività di caratterizzazione ed eventuale bonifica) in un luogo scelto dall'autorità di controllo, in modo da evitarne la manomissione e la degradazione da parte degli agenti fisici ed atmosferici. Di questi uno sarà a disposizione dell'autorità di controllo per l'esecuzione delle controanalisi richieste e l'altro sarà a disposizione per eventuali contestazioni e controanalisi successive al completamento delle attività di prelievo dei campioni (per la determinazione dei soli composti non volatili).

I campioni saranno privati della frazione di scheletro > 2 cm e di materiali estranei.

La formazione del campione deve avvenire su telo impermeabile (es. polietilene), in condizioni adeguate ad evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale.

Il materiale sarà omogeneizzato sul telo e prelevato sulla base delle tecniche di quartatura per ottenere un campione rappresentativo dell'intero strato individuato. Le operazioni di formazione del campione saranno effettuate con strumenti decontaminati dopo ogni operazione. Ogni campione ed ogni aliquota sarà immediatamente etichettata e inviata al laboratorio nel minor tempo possibile.

Per la formazione dei campioni destinati alla determinazione delle sostanze volatili si procederà, immediatamente dopo la deposizione del materiale nella cassetta catalogatrice, alla decorticazione della superficie della porzione prescelta, asportando quindi il campione dal cuore della carota con l'ausilio di un microcarotiere in acciaio inox o di siringhe monouso. Il campione di terreno prelevato dal cuore della carota (per un quantitativo di 3-5 g di

terreno) sarà posto in vials di vetro da 22 ml.

Ai fini del confronto con le CSC, la concentrazione del campione dovrà essere determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, così come previsto dal D.lgs 152/06. Le concentrazioni limite di riferimento (CSC) sono quelle riportate nella Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D. Lgs. n. 152/06 per la destinazione d'uso industriale.

Un apposito campione dovrà essere prelevato nel per la classificazione granulometrica del terreno, pH e foc, raccogliendo parte del campione, ottenuto con il metodo delle quartature come indicato da IRSA-CNR, quaderno 64 del gennaio '85.

### ***Campioni di acque di falda***

Sarà prelevato un campione di acqua da ciascuno dei piezometri realizzati per un totale di 10 campioni.

Nel caso si accerti la presenza di una fase surnatante o di densità maggiore dell'acqua non verrà eseguito lo spurgo e il campionamento sarà eseguito in modo statico mediante campionatori di profondità o di superficie, campionatori manuali (bailer), monouso e corde di manovra pulite e monouso e dovrà essere registrata la profondità di campionamento.

Dovrà essere quantificato lo spessore di prodotto presente e annotato su apposita modulistica di campo.

In assenza di surnatante si procederà con uno spurgo e un campionamento a basso flusso con pompa sommersa.

Lo spurgo dell'acqua presente nel piezometro, che non costituisce una matrice rappresentativa della qualità delle acque sotterranee rispetterà le seguenti raccomandazioni:

- preliminarmente alle attività di spurgo sarà rilevato il livello statico della falda e la quota del fondo di ogni piezometro;
- per lo spurgo sarà utilizzata una pompa sommersa a basso flusso (portata di circa 1-2 litro/minuto) posizionata ad una profondità intermedia tra il livello della falda ed il fondo del pozzo di monitoraggio, la portata di spurgo deve essere inferiore a quella utilizzata per lo sviluppo del pozzo di monitoraggio al fine di evitare, da un lato, il trascinarsi di materiale fine con rischio di intorbidimento dell'acqua, dall'altro, l'abbassamento eccessivo del livello di falda con possibile volatilizzazione dei gas disciolti, nonché di taluni composti organici;
- le operazioni di spurgo proseguiranno fino al pompaggio di 3-5 volumi di acqua contenuta nel pozzo (calcolare preventivamente il volume di acqua contenuta nel pozzo di monitoraggio), alla venuta d'acqua chiarificata e/o alla stabilizzazione dei valori relativi a pH, temperatura, conducibilità elettrica, misurati in continuo durante lo spurgo ( $\pm 10\%$ ).

Le acque di spurgo saranno smaltite previa caratterizzazione ai sensi della normativa vigente a cura della Ditta esecutrice.

Appena prelevati i campioni si procederà al confezionamento in idoneo contenitori (secondo i metodi IRSA - CNR, Volume 64/85), all'etichettatura riportando il pozzo di monitoraggio, data e ora del prelievo ed a stabilizzare il campione per le analisi secondo i metodi. Durante il trasporto e in attesa dello svolgimento delle analisi, i campioni saranno conservati al buio alla temperatura di 4 °C.

Per ognuno dei n. 10 piezometri, si procederà col prelievo di un campione di acqua di falda che sarà costituito da due aliquote (di cui una messa a disposizione dell'Ente di controllo).

### **Criteri per il controllo della qualità delle operazioni di campionamento e analisi**

Ai fini di garantire il controllo e la qualità delle operazioni di campionamento sarà predisposta appropriata documentazione delle attività che consenta la rintracciabilità dei campioni prelevati dal sito e inviati presso il laboratorio di analisi.

Di seguito si riporta la documentazione che sarà redatta:

- registro per la raccolta organizzata delle informazioni di campo: localizzazione del sito, tempistica delle operazioni svolte, scopo delle attività e quant'altro serva a descrivere univocamente le operazioni svolte
- identificazione univoca dei campioni, data, ora e luogo di prelievo, denominazione del campione, profondità e temperatura di campionamento, analisi richiesta, e dati relativi ai contenitori, materiale, capacità, sistema di chiusura, grado di pulizia
- numero dei punti di misura, numero di sottocampioni, numero di repliche delle analisi
- quantità del campione raccolta, in relazione al numero ed alla tipologia dei parametri da determinare (e quindi delle metodologie analitiche da adottare)
- misure di sicurezza per gli operatori (rischio di contatto con gli inquinanti, rischio di ingestione accidentale, rischio da inalazione, rischi dovuti alle attrezzature utilizzate, rischio dovuto a radiazioni, ecc.) ed equipaggiamento di sicurezza necessario
- pulizia e decontaminazione dell'attrezzatura di campionamento (modalità e sostanze utilizzate)
- modalità di contenimento, trasporto e conservazione dei campioni
- etichettatura dei campioni, tramite apposizione di cartellini con diciture annotate con penna ad inchiostro indelebile, da riportare sul verbale di campionamento che sarà redatto in analogia con quanto previsto dalla

normativa in materia di rifiuti

### **Programma delle analisi chimiche e fisiche sui campioni prelevati**

L'elenco delle sostanze chimiche da ricercare nei campioni di terreno ed acque sotterranee è stato predisposto conformemente al D.Lg 152/2006 e s.m. ed i..

Il set analitico previsto, come modificato ed integrato dai risultati del tavolo tecnico regionale, è quello riportato nell'allegato computo metrico elaborato sulla base del vigente prezzario regionale per le OO.PP. 2012.

Le analisi, tutte, saranno eseguite sui campioni, secondo le metodiche previste dallanormativa ufficiale di riferimento, da un laboratorio accreditato SINAL UNI CEI EN 45001.

### **I 3 . 6 .                      *PROVE DI PERMEABILITA' E PROVE DI PORTATA***

#### **Prove Lugeon**

Le prove di permeabilità, eseguite in foro di sondaggio, consentono di ottenere una stima quantitativa del coefficiente di permeabilità del terreno o della roccia.

La prova Lugeon, che si esegue esclusivamente in corrispondenza degli ammassi rocciosi, consiste nel misurare la portata di acqua iniettata nel foro di sondaggio opportunamente predisposto (camera filtrante) in almeno cinque gradini di pressione, misurando la costanza della portata ogni 2 minuti. Le prove Lugeon sono eseguite in avanzamento della perforazione isolando la camera di prova con un pistoncino (packer lunghezza compresa tra 0.60 e 1.00 m) espanso, attraverso una membrana gonfiabile con azoto, contro le pareti del foro. Per ogni prova è tracciato il grafico delle portate (l/min) in funzione delle pressioni in camera di iniezione (bar).

Si prevede di eseguire almeno n. 3 prove Lugeon.

### **Prove di portata**

Le prove di portata costituiscono un importante mezzo di indagine in idrogeologia in quanto consentono il calcolo di fondamentali parametri idrodinamici dell'acquifero.

L'organizzazione di una prova di portata prevede la installazione nel pozzo di una pompa (sommersa o di altro tipo, secondo le caratteristiche tecniche del pozzo) capace di emungere una portata congrua con le potenzialità dell'acquifero.

Durante la prova deve essere assicurata la possibilità di misurare in continuo il livello dinamico nel pozzo in pompaggio, tenendo conto che la tubazione della pompa può impedire l'accesso di strumenti di misura nel pozzo. Il livello di falda dovrà essere misurato anche in piezometri di monitoraggio posti a idonea distanza dal piezometro di prova.

La portata deve poter essere regolata al valore di volta in volta desiderato e deve essere periodicamente controllata con appositi dispositivi (contatori, venturimetri o vasche tarate).

Le acque emunte devono essere allontanate ad una distanza congrua dal pozzo per evitare la loro reinfiltrazione nella zona dell'esperimento e dovranno essere smaltite ai sensi della vigente normativa.

Nel caso specifico si prevede di eseguire una prova di portata a gradini con non meno di tre valori di portata e successivamente una prova di lunga durata per 48 - 72 h con successiva osservazione della risalita.

### **Prove di portata a gradini**

Normalmente la prova di portata ha una durata che dipende dagli obiettivi dell'esperimento e delle risposte dell'acquifero.

Nel corso della prova si devono annotare, possibilmente su schede

predisposte, tutti gli elementi della prova e tutti gli eventi anomali o accidentali.

E' anche opportuno procedere alla misura di alcune caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua emunta (almeno temperatura, conducibilità, pH).

La prova di portata a gradini è finalizzata alla determinazione delle caratteristiche idrauliche del complesso acquifero/opera di captazione. Secondo la legge di Jacob l'abbassamento misurato ad un tempo  $t$  è funzione di due componenti:

$$\Delta h = BQ + CQ^2$$

dove  $BQ$  rappresenta la perdita di carico lineare per flusso laminare in regime transitorio e  $CQ^2$  rappresenta la perdita di carico quadratico non lineare, provocata dal flusso turbolento nell'opera.

La prova viene eseguita realizzando dei gradini di portata crescenti, aventi portata costante per una breve durata, e misurando la portata emunta ( $Q$ ) ed il livello di abbassamento dell'acqua nel pozzo ( $\Delta h$ ). La rappresentazione grafica degli abbassamenti in funzione delle portate rappresenta la curva caratteristica del pozzo dalla cui interpretazione si definisce la portata critica ( $Q_c$ ) e di conseguenza la portata ottimale di esercizio (pari a circa 85-90% della  $Q_c$ ) da utilizzare nella successiva prova di portata di lunga durata.

### **Prove di portata di lunga durata**

A seguito dei risultati della prova a gradini si valuterà la possibilità di eseguire una prova di lunga durata.

Essa viene eseguita con un solo gradino di portata, costante, per 48 – 72 h, misurando gli abbassamenti nel piezometro in cui si esegue la prova e in quelli a questo più prossimi. La prova si conclude poi con l'osservazione della risalita dell'acqua nel piezometro dopo l'arresto dell'emungimento. Detta prova serve per la determinazione dei parametri caratteristici dell'acquifero

quali la trasmissività, la permeabilità e il coefficiente di immagazzinamento. Durante la prova verranno annotate la portata di emungimento e gli abbassamenti, misurati in continuo, in funzione del tempo. L'interpretazione dei dati raccolti consentirà la caratterizzazione sito-specifica dell'acquifero, predisposto indispensabile per la realizzazione di un modello di flusso e trasporto degli inquinanti in falda e per la definizione degli interventi da mettere in atto per la messa in sicurezza del sito.

### **13.7. ELABORAZIONE ED INTERPRETAZIONE DEI DATI**

Tutti i risultati analitici ricavati nel corso delle fasi di indagine costituiranno la base di dati a cui riferirsi per definire il modello concettuale definitivo del sito e definire il grado e l'estensione della eventuale contaminazione nel sito e nell'area da questo influenzata, mediante confronto con i valori di concentrazione limite accettabili.

L'elaborazione dei risultati analitici esprimerà l'incertezza del valore di concentrazione determinato per ciascun campione, anche in considerazione della eterogeneità delle matrici suolo, sottosuolo e materiali di riporto.

I risultati delle attività di indagine svolte sul sito e in laboratorio saranno espressi sotto forma di tabelle di sintesi, di rappresentazioni grafiche e cartografiche, tra cui:

- carte di ubicazione delle potenziali fonti di inquinamento;
- carte dell'ubicazione delle indagini svolte e dei punti di campionamento e misura, con distinzione tipologica;
- carte di distribuzione degli inquinanti sia in senso areale che verticale;
- carte di ubicazione dei potenziali bersagli dell'inquinamento;

Verrà implementata una banca - dati informatizzata collegata al Sistema Informativo Territoriale (SIT/GIS) del Ministero dell'Ambiente e della Regione Puglia per permettere la precisa archiviazione di tutti dati relativi al territorio

del comune di Statte e all'ambiente circostante e dei risultati di ogni tipo di investigazione. Ciò, inoltre, per garantire la veloce interrogazione dei dati e la realizzazione di mappe tematiche, e definire l'evoluzione temporale dei fenomeni di inquinamento.

Il Progettista

Ing. Mauro De Molfetta

