



ANAS S.p.A.

Direzione Generale

DG 48/04

MACROLOTTO N°2

AUTOSTRADA SALERNO-REGGIO CALABRIA

LAVORI DI AMMODERNAMENTO ED ADEGUAMENTO AL TIPO 1/A DELLE NORME C.N.R./80 DEL TRATTO DAL KM. 108+000 AL KM 139+000 COMPOSTO DAI SEGUENTI LOTTI UNIFICATI:

1-2-3-4-5

CODICE UNICO PROGETTO: F11 B0400210000

CONTRAENTE GENERALE:



SIS S.c.p.a.
Via Inverio, 24/A
10146 Torino

Consorzio Stabile fra le Imprese:



SACYR S.A.



INC GE. CO. S.p.A.



SIPAL S.p.A.

Direttore Tecnico



SIS S.c.p.a.
Geom. Giovanni D'AGOSTINO

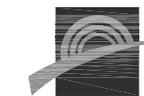
A.T.I. PROGETTAZIONE

MANDATARIA:



STUDIO CORONA S.r.l.
Civil Engineering
Corso Re Umberto n° 23 - 10128
Torino

MANDANTI:



INGECO
CONSULENTI GENERALI INFRASTRUTTURE



SICI-TER



SCALESSE
INGEGNERIA
bridge consulting group



SIAS S.r.l.
Società Italiana Consulenza Strade



SR digital

Responsabile del Progetto

Responsabile integrazione prestazioni specialistiche

Coordinatore per la sicurezza

Geologo

Dott. Ing. Nicola TROCCOLI
Ordine Ing. di Potenza N° 836

Dott. Ing. Nicola TROCCOLI
Ordine Ing. di Potenza N° 836

Dott. Ing. Riccardo CAPOCCHI
Ordine Ing. di Taranto N° 1827

Dott. Geol. Carlo ALESSIO
Ordine dei Geol. del Piemonte N° 255

PROGETTO ESECUTIVO

Titolo Elaborato:

DOC 725 GC R 05 a giugno '07- "PMA - Componente Ambiente Idrico Sotterraneo"

DG4804 PE 00 PM01 0005 01 R 0

Scala: ---

| REV. | DESCRIZIONE | REDATTO | DATA | VERIFICATO | DATA | APPROVATO | DATA |
|------|-----------------|--------------|------------|-------------|------------|--------------|------------|
| 0 | PRIMA EMISSIONE | M. D'ANIELLO | 14/07/2007 | N. TROCCOLI | 16/07/2007 | G.D'AGOSTINO | 16/07/2007 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Maurizio ARAMINI

Autostrada SALERNO-REGGIO CALABRIA

**LAVORI DI AMMODERNAMENTO ED ADEGUAMENTO
AL TIPO 1° DELLE NORME CNR/80
Dal km 108+000 al km 139+000**

**PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
Componente AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO**

| | | | | | |
|--|-------------|--|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------|
|  STRAGO Srl via Campana, 233 – 80078 POZZUOLI (NA) Tel. +39-081-5263662 - Fax +39-081-5264583 e-mail: strago@strago.it | | Committente: | SIS S.c.p.a. | | |
| | | Codice | DOC 725 GC R05 a GIUGNO 07 | | |
| | | Data | 29/6/2007 | Pagg. 40 | |
| | | | | | |
| a | 29/6/07 | PMA – AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO | Ing. M. D'ANIELLO | Dott. G. SACCUMAN | Dott. C. ORABONA |
| REV | DATA | DESCRIZIONE | ELABORATO | VERIFICATO | APPROVATO |

SEDE LEGALE E STABILIMENTO
 80078 POZZUOLI (NA) - Via Campana, 233
 Tel. +39 081.5240611 Fax +39 081.5264583
 www.strago.it - e-mail: strago@strago.it

AREA RICERCA & SVILUPPO
 80124 NAPOLI - Città della Scienza
 Via Coroglio, 57 - Modulo 11
 Tel. +39 081.2397096 Fax +39 081.2397098
 e-mail: cittadellascienza@strago.it

UFFICIO
 00198 ROMA - Viale Liegi, 7
 Tel. e Fax +39 06.85355661

INDICE

| | |
|---|----|
| 1. Obiettivi del monitoraggio | 4 |
| 2. Caratterizzazione dell'area di intervento | 6 |
| 3. Quadro normativo di riferimento..... | 7 |
| 4. Misura e monitoraggio della quantità della risorsa idrica sotterranea (Misure idrologiche) | 8 |
| 5. Misura e monitoraggio della qualità della risorsa idrica sotterranea (Misure fisico- chimico-batteriologiche)..... | 12 |
| 6. Metodiche analitiche | 18 |
| 7. I parametri oggetto del monitoraggio | 25 |
| 7.1. Indagine sulle acque..... | 25 |
| 7.1.1 Installazione piezometri | 25 |
| 7.1.1 Sviluppo del pozzo piezometrico..... | 26 |
| 7.2. Campionamenti | 27 |
| 7.2.2. Campionamento acque sotterranee (modalità)..... | 27 |
| 7.2.2.1 Misure freaticometriche | 27 |
| 7.2.2.2 Spurgo dei pozzi di monitoraggio | 27 |
| 7.2.3. Misura dei parametri chimico-fisici | 28 |
| 7.2.4. Procedure di campionamento | 28 |
| 7.3.4.1. Campionamento statico..... | 28 |
| 7.3.4.2. Campionamento dinamico..... | 28 |
| 7.2.5. Contenitori campioni | 29 |
| 7.3.5.1. Contenitori campioni acque sotterranee | 29 |
| 7.3. Procedure di decontaminazione | 30 |
| 7.4. Modalità di registrazione e schedatura | 30 |
| 7.5. Controllo Qualità | 31 |
| 7.6. Conservazione, stoccaggio, trasporto campioni | 31 |
| 8. Il programma di monitoraggio | 33 |
| 8.1. Monitoraggio ante-operam | 33 |

| | |
|--|----|
| 8.2. Monitoraggio corso d'opera..... | 33 |
| 8.3. Monitoraggio post-operam..... | 34 |
| 8.4. Durata dei rilievi | 34 |
| 8.5. Siti di monitoraggio | 34 |
| 9. Elaborazione e restituzione dei dati..... | 36 |
| 10. SCHEDA PUNTO DI RILIEVO POZZO/SORGENTE | 38 |
| 11. SCHEDA MONITORAGGIO POZZO..... | 39 |

1. Obiettivi del monitoraggio

Il presente documento definisce gli obiettivi ed i criteri metodologici per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) relativo all'ambiente idrico sotterraneo, inerenti i *Lavori di ammodernamento ed adeguamento al tipo 1° delle norme CNR/80, dal km 108+000 al km 139+000* dell'Autostrada Salerno – Reggio Calabria, e riguardano i lotti 1°, 2°, 3°, 4° e 5° del tronco 1° - tratto 7°. Tale progetto riguarderà le tre fasi di realizzazione dell'opera: *ante operam, in corso d'opera e post operam*, corrispondenti rispettivamente, alla determinazione dello stato di zero prima dell'apertura dei cantieri, al controllo dell'inquinamento prodotto dagli stessi durante le attività ed, eventualmente all'incremento delle concentrazioni di inquinanti nell'ambiente sotterraneo.

In particolare, gli scopi specifici del monitoraggio sono i seguenti:

- definire l'impatto sulla qualità delle acque sotterranee ed in particolare il suo eventuale peggioramento in relazione ai parametri monitorati e che si ipotizza potrebbero essere influenzati dalle attività di costruzione dell'infrastruttura;
- verifica dello stato dei principali inquinanti chimico – fisici, definite dalla normativa in vigore.

È opportuno, infatti, precisare che le attività di cantiere potrebbero interessare il regime della circolazione idrica sotterranea e comportare alterazioni della circolazione ed il depauperamento della risorsa in qualità e quantità.

Il progetto di monitoraggio ambientale della componente ambiente idrico sotterraneo riguarderà tutta l'area interessata dall'intervento, con l'individuazione dei pozzi e delle sorgenti presenti in prossimità dell'opera che rappresentano le emergenze della circolazione idrica sotterranea nelle aree di interesse. In generale, quindi, la conoscenza dell'assetto idrogeologico e delle caratteristiche idrologiche dei corpi idrici sotterranei è basata principalmente su un inventario dei pozzi e delle manifestazioni sorgentizie di vario tipo esistenti, che rappresentano i punti di acquisizione di dati diretti.

Il rilievo e le caratteristiche dei corpi idrici saranno garantiti mediante due modalità di campionamento:

- indagini per campagne di prelevamento;
- stazioni permanenti che determinano parametri in continuo.

Le indagini per campagne sono condotte con misure periodiche (a frequenza variabile in funzione delle attività di cantiere) presso siti prestabiliti ubicati in modo da rappresentare un valido presidio per la qualità della risorsa d'acqua.

Tutti gli indicatori ed i parametri chimico fisici da monitorare sono definiti in base a:

- prescrizioni normative e legislative nazionali ed europee;
- caratteristiche specifiche degli acquiferi interferiti dalle attività di cantiere.

Il progetto si propone di descrivere le operazioni relative alla caratterizzazione delle matrici ambientali, con particolare attenzione a:

- modalità di esecuzione delle perforazioni e messa in opera dei piezometri;
- prelievo dei campioni di acqua;
- conservazione, trasporto e stoccaggio dei campioni;
- procedure di riferimento per l'analisi dei campioni.

Le indicazioni fornite in questo documento sono prescrizioni a dettaglio di quanto indicato nel testo degli allegati al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. n. 152/06, che rappresenta la normativa di riferimento.

2. Caratterizzazione dell'area di intervento

Il tratto dell'infrastruttura realizzanda ha inizio alla chilometrica 108+000, intersezione con il fiume Calore, ed il suo tracciato, nella parte iniziale, determina il confine del Parco Nazionale del Cilento e del Vallo di Diano, tagliando il margine inferiore del bosco Cerreta e termina alla chilometrica 139+000, subito a valle dello svincolo di Lauria nord.

Il tracciato attuale, attraversando un'area geografica caratterizzata dalla presenza di numerosi pendii, ha un andamento planimetrico particolarmente sinuoso nel quale si susseguono brevi rettilinei e curve di raggio inadeguato all'importanza dell'arteria.

La particolare orografia dei luoghi ha imposto un tracciato che, snodandosi attraverso un continuo susseguirsi di tratti in galleria e tratti su viadotto, è caratterizzato da livellette che in alcuni casi raggiungono pendenza piuttosto elevate.

Dal punto di vista geografico, l'area ricade nella fascia che comprende le regioni di Campania e Basilicata. Attraversa i comuni di Montesano sulla Marcellana e Casalbuono nella provincia di Salerno ed i comuni di Lagonegro, Nemoli, Rivello e Lauria nella provincia di Potenza.

3. Quadro normativo di riferimento

Come sostenuto in precedenza la normativa di riferimento per lo studio dell'ambiente idrico sotterraneo nel territorio oggetto di studio è il Testo Unico Ambientale, entrato in vigore il 29 aprile 2006., Le indicazioni fornite in questo documento sono prescrizioni a dettaglio di quanto indicato nel testo degli allegati al Titolo V della Parte IV del citato decreto legislativo.

Nella parte che segue viene riportato un elenco di tutte i principali riferimenti normativi nazionali in materia di acque sotterranee.

D.M. 19 novembre 1997: Designazione e classificazione delle acque dolci della regione Sicilia e della regione Campania che necessitano di protezione o di miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci . Con tale decreto ministeriale sono classificati 11 tratti di fiumi della Campania come salmonicoli e/o ciprinicoli.

D.lgs 152/99 Decreto Legislativo 11 Maggio 1999 n°152: “Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva n° 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue, urbane e della Direttiva n° 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole”.

D.Lgs. 258/2000: “Disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs.11. 05.99, n° 152 a tutela delle acque dall'inquinamento, ecc.”

Decreto Legislativo 152/06: “Norme in materia ambientale”. Il Testo Unico Ambientale, entrato in vigore il 29 aprile 2006, ha introdotto diverse modifiche rispetto a tutta la normativa precedente in materia ambientale. Esso disciplina, in un unico testo, la regolamentazione sui rifiuti e bonifiche, la difesa del suolo, la tutela e la gestione delle acque, la tutela dell'aria, il danno ambientale, la valutazione impatto ambientale (VIA) e la valutazione ambientale strategica (VAS).

4. Misura e monitoraggio della quantità della risorsa idrica sotterranea (Misure idrologiche)

Tutte le misurazioni si basano sulla valutazione del grado di sfruttamento della risorsa idrica. In generale, per la classificazione quantitativa vengono considerati due indicatori:

- portata delle sorgenti o delle emergenze idriche naturali;
- livello piezometrico.

I dati ottenuti nei diversi monitoraggi devono essere elaborati in modo da stabilire alcuni parametri variabili, ed in particolare:

- morfologia della superficie piezometrica;
- escursioni piezometriche;
- variazioni delle direzioni di flusso;
- entità dei prelievi;
- variazioni delle portate delle sorgenti o emergenze naturali delle acque sotterranee;
- eventuali variazioni dello stato chimico indotto dai prelievi;
- movimenti verticali del livello del suolo connesse all'estrazione di acqua dal sottosuolo.

Le misure quantitative concorrono a caratterizzare intrinsecamente sia l'acquifero che l'attuale stato di sfruttamento, così come sintetizzato nella tabella seguente (Cfr tab.1).

| | |
|---|--|
| CARATTERISTICHE DELL'ACQUIFERO | Tipologia dell'acquifero |
| | Spessore utile dell'acquifero |
| | Permeabilità dell'acquifero |
| | Coefficiente di immagazzinamento |
| SFRUTTAMENTO DELL'ACQUIFERO | Trend della piezometria |
| | Prelievi civili, industriali, agricoli e zootecnici |

T1 – Indicatori principali per la caratterizzazione intrinseca di un acquifero

La caratterizzazione intrinseca di un acquifero si ottiene a partire da prove di emungimento in pozzi. Lo studio della falda attraverso pozzo è solitamente eseguito in regime di equilibrio (Dupuit-Dupuit/Thiem method).

Le prove di emungimento su pozzi singoli consentono di acquisire dati per la costruzione della curva caratteristica del pozzo (relazione analitica che definisce la portata emungibile in funzione delle depressioni dinamiche di falda), consentendo altresì di valutare la portata critica (limite massimo di sfruttamento consigliabile per il pozzo allo scopo di evitare un degrado irreversibile), la portata di esercizio, la portata specifica nonché il suo raggio di azione. Le prove sono eseguite generalmente a gradini di portata crescente (regime di equilibrio) dalla durata variabile di 48÷72 ore.

Durante tali applicazioni vengono misurate:

- il livello statico di falda (quota piezometrica dell'acqua di falda in corrispondenza del pozzo quando non si ha alcun emungimento dal pozzo medesimo);
- in funzione delle portate emunte, gli abbassamenti e le risalite piezometriche corrispondenti;
- la portata di esercizio;
- la portata specifica (abbassamento per unità di depressione piezometrica);
- la curva di esaurimento;
- il coefficiente di permeabilità;
- la trasmissività;
- il coefficiente di immagazzinamento;
- e la diffusività.

Delle sorgente è necessario, preventivamente, reperire una raccolta dati pregressi su un intervallo temporale più ampio possibile del regime storico della sorgente stessa ed in oltre eseguire la misura delle seguenti grandezze:

- portata di esercizio;
- portata specifica;
- curva di esaurimento;
- modalità di captazione;
- bacino idrogeologico sotteso.

Infine sia per i pozzi che per le sorgenti risulta necessario un prelievo di campioni da analizzare in laboratorio per definirne le caratteristiche chimico-batteriologiche e fisiche con test di biotossicità.

Sotto il profilo idrologico assumono particolare rilievo le indagini che si rendono necessarie per lo studio ed il controllo del regime delle falde sotterranee, non solo in funzione delle variazioni del livello piezometrico, ma anche in funzione delle portate che vengono sottratte alle falde stesse mediante emungimenti dai pozzi e dalle sorgenti considerate anche in funzione di eventuali interferenze negative che si instaurano tra gli acquiferi e le attività antropiche e le opere previste.

Gli elementi idrologici che in via prioritaria dovranno essere accertati sono costituiti essenzialmente dai livelli freatici e piezometrici e dalle portate che vengono emunte dai pozzi o che defluiscono liberamente dalle sorgenti, tutti elementi da rilevare secondo le metodologie riconosciute dalla legislazione vigente e dalle normative tecniche.

Le misurazioni dovranno essere svolte più volte nell'anno idrologico, e possibilmente in modo contemporaneo ai punti di osservazione di un medesimo corpo idrico. Comunque, data la complessità dell'indagine da effettuare, nella prima fase si potranno utilizzare i dati disponibili relativi a studi già eseguiti o comunque facilmente rilevabili, rivolgendo l'attenzione soltanto a quelle falde interessate o potenzialmente tali da problemi di inquinamento.

Anche le indagini relative alla qualità delle acque dovranno essere effettuate più volte, con frequenza almeno stagionale, nell'anno e possibilmente in modo contemporaneo ai punti di osservazione significativi di un medesimo corpo idrico, scelti in maniera adeguata.

In particolare per la caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei sotto il profilo qualitativo, le determinazioni dovranno essere, in generale, limitate ad un ristretto numero di parametri analitici fondamentali. Accanto a questi si dovranno rilevare, caso per caso, parametri specifici, legati cioè alla presenza di particolari fenomeni di contaminazione.

La fase conoscitiva ha come scopo principale la caratterizzazione qualitativa degli acquiferi. Deve avere come risultato:

- definire lo stato attuale delle conoscenze relative agli aspetti quantitativi e qualitativi delle acque sotterranee;
- costituire una banca dati informatizzata dei dati idrogeologici e idrochimici;
- localizzare i punti d'acqua sotterranea potenzialmente disponibili per le misure;
- ricostruire il modello idrogeologico, con particolare riferimento ai rapporti di eventuale intercomunicazione tra i diversi acquiferi e tra le acque superficiali e le acque sotterranee.

Le informazioni da raccogliere devono essere relative ai seguenti elementi:

- studi precedentemente condotti (idrogeologici, geotecnici, geofisici, geomorfologici, ecc) con relativi eventuali elaborati cartografici (carte geologiche, sezioni idrogeologiche, piezometrie, carte idrochimiche, ecc);
- dati relativi ai pozzi e piezometri, quali: ubicazione, stratigrafie, utilizzatore (pubblico o privato), stato di attività (attivo, in disuso, cementato);
- dati relativi alle sorgenti quali: ubicazione, portata, utilizzatore (pubblico o privato), stato di attività (attiva, in disuso, ecc.);

- dati relativi ai valori piezometrici;
- dati relativi al regime delle portate delle sorgenti;
- dati esistenti riguardanti accertamenti analitici sulla qualità delle acque relative a sorgenti, pozzi e piezometri esistenti;
- reticoli di monitoraggio esistenti delle acque sotterranee.

Devono essere inoltre considerati tutti quegli elementi addizionali suggeriti dalle condizioni locali di insediamento antropico o da particolari situazioni geologiche e geochemiche, nonché della vulnerabilità e rischio della risorsa. Dovranno inoltre essere valutate, se esistenti, le indagini relative alle biocenosi degli ambienti sotterranei.

Le azioni conoscitive devono essere accompagnate da tutte quelle iniziative necessarie ad acquisire tutte le informazioni e le documentazioni in materia presenti presso gli enti che ne dispongono, i quali ne dovranno garantire l'accesso.

Sulla base delle informazioni raccolte, delle conoscenze a scala generale e degli studi precedenti, verrà ricostruita la geometria dei principali corpi acquiferi presenti evidenziando la reciproca eventuale intercomunicazione compresa quella con le acque superficiali, la parametrizzazione (laddove disponibile) e le caratteristiche idrochimiche, e dove presenti, quelle biologiche.

La ricostruzione idrogeologica preliminare dovrà quindi permettere la formulazione di un primo modello concettuale, intendendo con questo termine una schematizzazione idrogeologica semplificata del sottosuolo e una prima parametrizzazione degli acquiferi. In pratica devono essere qui riassunte le proprietà geologiche, le caratteristiche idrogeologiche del sistema, con particolare riferimento ai meccanismi di ricarica degli acquiferi ed ai rapporti tra le falde, i rapporti esistenti tra acque superficiali e acque sotterranee, nonché alle caratteristiche qualitative delle acque sotterranee.

5. Misura e monitoraggio della qualità della risorsa idrica sotterranea (Misure fisico- chimico-batteriologiche)

Le principali e possibili alterazioni della circolazione idrica sotterranea in riferimento ai lavori e all'opera in progetto può interessare il regime della circolazione idrica sotterranea e il depauperamento della risorsa in qualità e quantità. È pertanto prevista l'attivazione di una attività di campionamento e controllo periodico della risorsa durante le tre fasi temporali stabilite: ante, durante e post opera.

Il monitoraggio delle acque sotterranee si attua sui pozzi e sulle sorgenti che rappresentano le emergenze della circolazione idrica sotterranea disponibili nelle aree di interesse.

Si può garantire il rilievo e le caratteristiche dei corpi idrici mediante due modalità di campionamento:

- indagini per campagne di prelevamento;
- stazioni permanenti che determinano parametri in continuo.

Le indagini per campagne sono condotte con misure periodiche (a frequenza variabile in funzione delle attività di cantiere) presso siti prestabiliti ubicati in modo da rappresentare un valido presidio per la qualità della risorsa d'acqua.

Gli indicatori che vengono monitorati sono definiti in base a:

- prescrizioni normative e legislative nazionali ed europee;
- caratteristiche specifiche degli acquiferi interferiti dalle attività di cantiere;
- elementi di riscontro derivanti dalle sperimentazioni pregresse eseguite .

Inoltre, i parametri di misura possono essere definiti anche in funzione della classe di appartenenza (importanza) della singola emergenza idrica.

Le misure della qualità della risorsa idrica sotterranea si basano sulla valutazione di alcuni parametri fisici e chimici :

Parametri fisico-chimici

- temperatura aria
- temperatura acqua
- conducibilità elettrica
- pH
- ossigeno disciolto
- potenziale redox

Parametri chimico/batteriologici

- durezza totale

- residuo fisso
- torpidità (residuo a 105 e 550 °C)
- colore
- alcalinità da bicarbonato
- alcalinità da carbonati
- ione bicarbonato
- cloruri
- solfati
- azoto ammoniacale
- azoto nitroso
- azoto nitrico
- fosforo totale
- tensioattivi non ionici
- tensioattivi anionici
- fluoruri
- cianuri
- sodio
- boro
- antimonio
- arsenico
- potassio
- magnesio
- calcio
- ferro
- piombo
- rame zinco
- nichel
- cadmio
- cromo
- cromo VI
- mercurio
- manganese

- T.O.C.
- Idrocarburi totali
- IPA
- Composti organoalogenati (AOX)
- Fenoli
- Oli minerali
- Idrocarburi aromatici (BTEX)
- Idrocarburi alifatici
- Coliformi totali
- Coliformi fecali
- Streptococchi totali.

Attraverso la valutazione delle misure quantitative può essere quindi definito il cosiddetto Stato Quantitativo delle Acque Sotterranee (Indice SQuAS), che viene ripartito in quattro classi caratterizzate nel modo seguente:

Classe A: impatto antropico nullo o trascurabile con condizioni di equilibrio idrogeologico. Estrazioni o alterazioni della velocità di ravvenamento sono sostenibili sul lungo periodo.

Classe B: impatto antropico ridotto, moderate condizioni di disequilibrio del bilancio, senza però condizione di sovrasfruttamento; sostenibile sul lungo periodo.

Classe C: impatto antropico significativo con notevole uso della risorsa.

Classe D: impatto antropico nullo o trascurabile, ma scarsa potenzialità idrica naturale.

I parametri e i relativi valori numerici di riferimento per la classificazione quantitativa dei corpi idrici sotterranei, dovranno essere definiti dalle regioni utilizzando gli indicatori generali elaborati sulla base del monitoraggio secondo i criteri indicati dalle Agenzie Regionali e Nazionali di Protezione Ambientale, in base alle caratteristiche dell'acquifero (tipologia, permeabilità, coefficienti di immagazzinamento) e del relativo sfruttamento (tendenza piezometrica o delle portate, prelievi per vari usi).

Un corpo idrico sotterraneo è in condizioni di equilibrio quando le estrazioni o le alterazioni della velocità naturale di ravvenamento sono sostenibili per lungo periodo (almeno 10 anni): sulla base delle alterazioni misurate o previste di tale equilibrio viene definito lo stato quantitativo.

Analogamente, la rilevazione delle misure chimiche, in particolare dei parametri macrodescrittori, consente di rilevare lo Stato Chimico delle Acque Sotterranee (Indice SCAS), secondo la tabella di seguito riportata:

Le Misure Chimiche riguarderanno le rilevazioni dei parametri di seguito riportati

| <u>Parametro</u> | Unità di misura | Classe 1 | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 | Classe 0 |
|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Conducibilità elettrica | μScm-1 (20°C) | ≤400 | ≤2500 | ≤2500 | >2500 | >2500 |
| Cloruri | mg/l | ≤25 | ≤250 | ≤250 | >250 | >250 |
| Manganese | μg/l | ≤20 | ≤50 | ≤50 | >50 | >50 |
| Ferro | μg/l | <50 | <200 | ≥200 | >200 | >200 |
| Nitrati | mg/l | ≤5 | ≤25 | ≤50 | >50 | - |
| Solfati | mg/l | ≤25 | ≤250 | ≤250 | >250 | >250 |
| Ione ammonio | mg/l | ≤0,05 | ≤0,5 | ≤0,5 | >0,5 | >0,5 |

T3 - Classificazione chimica in base ai macrodescrittori (D.lgt. 152/99)

Per ogni parametro va calcolato il valore medio nel periodo di riferimento considerato. La classificazione è determinata dal valore di concentrazione peggiore riscontrato nei diversi parametri.

A seconda della classe chimica in cui ricade il corpo idrico sotterraneo oggetto di indagine, può essere definito il relativo Stato Qualitativo, ripartito nelle seguenti classi di qualità:

| | |
|------------------|--|
| Classe 1. | impatto antropico nullo o trascurabile con pregiate caratteristiche idrochimiche. |
| Classe 2 | impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo; buone caratteristiche idrochimiche. |
| Classe 3 | impatto antropico significativo ; caratteristiche idrochimiche in genere buone; alcuni segnali di compromissione |
| Classe 4 | impatto antropico rilevante; caratteristiche |

| | |
|-----------------|---|
| | idrochimiche scadenti. |
| Classe 0 | impatto antropico nullo o trascurabile, ma caratteristiche idrochimiche naturali particolari. |

T4 – Definizione dello stato qualitativo delle classi chimiche di classificazione.

L'interpolazione delle Classi A, B, C, D (Indice SQuAS) e delle Classi 1, 2, 3, 4, 0 (SCAS), utilizzando lo schema sotto riportato, fornisce lo Stato Ambientale (quali-quantitativo) delle Acque Sotterranee (Indice SAAS).

Affinché le misure assumano significatività, occorre che le misure quantitative vengano effettuate almeno mensilmente sui piezometri e pozzi. Sulle sorgenti può essere necessaria una maggior frequenza nelle misurazioni.

Per quanto riguarda le analisi chimiche queste debbono essere effettuate almeno con cadenza semestrale in corrispondenza dei periodi di massimo e minimo deflusso delle acque sotterranee.

| Stato elevato | Stato buono | Stato sufficiente | Stato scadente | Stato particolare |
|---------------|-------------|-------------------|----------------|-------------------|
| 1-A | 1-B | 3-A | 1-C | 0-A |
| - | 2-A | 3-B | 2-C | 0-B |
| - | 2-B | - | 3-C | 0-C |
| - | - | - | 4-C | 0-D |
| - | - | - | 4-A | 1-D |
| - | - | - | 4-B | 2-D |
| - | - | - | - | 3-D |
| - | - | - | - | 4-D |

T5 - Stato ambientale dei corpi idrici sotterranei (D.lgt. 152/99)

Le definizioni dei cinque stati di qualità ambientale sono riportate nello schema seguente di tab.6 così come esposte nel D.lgt. 152/99.

| | |
|-----------------------------|---|
| Elevato | Impatto antropico nullo o trascurabile sulla qualità e quantità della risorsa, con l'eccezione di quanto previsto nello stato naturale particolare; |
| Buono | Impatto antropico ridotto sulla qualità e/o quantità della risorsa; |
| Sufficiente | Impatto antropico ridotto sulla quantità, con effetti significativi sulla qualità tali da richiedere azioni mirate ad evitarne il peggioramento; |
| Scadente | Impatto antropico rilevante sulla qualità e/o quantità della risorsa con necessità di specifiche azioni di risanamento; |
| Naturale Particolare | Caratteristiche qualitative e/o quantitative che pur non presentando un significativo impatto antropico, presentano |

| | |
|--|---|
| | limitazioni d'uso della risorsa per la presenza naturale di particolari specie chimiche o per il basso potenziale quantitativo. |
|--|---|

T6 – Definizione degli stati ambientali dei corpi idrici sotterranei (D.lgt. 152/99)

6. Metodiche analitiche

La seguente tabella riporta gli analiti che si ricercheranno durante le analisi chimiche, la metodica analitica utilizzata dal laboratorio, i limiti di rilevabilità dei metodi utilizzati ed il principio del metodo.

| LISTA ANALITI TERRENO | | | | | | | |
|---|---------------------------------|------------|--------|------------------|-----------------|-------|---|
| Parametri | Metodi | U.M. | L.R. | Uso Verde/Resid. | Uso Comm/Indus. | Sinal | Tecnica Strumentale |
| <u>METALLI</u> | | | | | | | |
| Antimonio | EPA 3051A 1998 + EPA 6020A 1998 | mg/Kg s.s. | 0,5 | 10 | 30 | Sì | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Arsenico | EPA 3051A 1998 + EPA 6020A 1998 | mg/Kg s.s. | 1 | 20 | 50 | Sì | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Berillio | EPA 3051A 1998 + EPA 6020A 1998 | mg/Kg s.s. | 0,05 | 2 | 10 | Sì | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Cadmio | EPA 3051A 1998 + EPA 6020A 1998 | mg/Kg s.s. | 0,05 | 2 | 15 | Sì | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Cobalto | EPA 3051A 1998 + EPA 6020A 1998 | mg/Kg s.s. | 0,5 | 20 | 250 | Sì | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Cromo totale | EPA 3051A 1998 + EPA 6020A 1998 | mg/Kg s.s. | 0,5 | 150 | 800 | Sì | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Mercurio | EPA 7473 1998 | mg/Kg s.s. | 0,0005 | 1 | 5 | Sì | Spettrometria atomica AMA |
| Nichel | EPA 3051A 1998 + EPA 6020A 1998 | mg/Kg s.s. | 0,5 | 120 | 500 | Sì | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Piombo | EPA 3051A 1998 + EPA 6020A 1998 | mg/Kg s.s. | 1 | 100 | 1000 | Sì | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Rame | EPA 3051A 1998 + EPA 6020A 1998 | mg/Kg s.s. | 0,5 | 120 | 600 | Sì | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Selenio | EPA 3051A 1998 + EPA 6020A 1998 | mg/Kg s.s. | 1 | 3 | 15 | Sì | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Stagno | EPA 3051A 1998 + EPA 6020A 1998 | mg/Kg s.s. | 1 | 1 | 350 | Sì | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Tallio | EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000 | mg/Kg s.s. | 0,1 | 1 | 10 | Sì | Spettrometria atomica ICP-AES |
| Vanadio | EPA 3051A 1998 + EPA 6020A 1998 | mg/Kg s.s. | 0,5 | 90 | 250 | Sì | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Zinco | EPA 3051A 1998 + EPA 6020A 1998 | mg/Kg s.s. | 0,5 | 150 | 1500 | Sì | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| <u>COMPOSTI ORGANICI AROMATICI</u> | | | | | | | |
| Benzene | EPA 5021A 2003 + | mg/Kg | 0,005 | 0,01 | 2 | Sì | Gas Cromatografia |

| | | | | | | | |
|---|------------------------------------|---------------|-------|------|-----|----|---|
| | EPA 8260B 1996 | s.s. | | | | | spettrometria di massa |
| Etilbenzene (A) | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,05 | 50 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Stirene (B) | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,05 | 50 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Toluene (C) | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,05 | 50 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Xilene (D) | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,05 | 50 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Sommatoria organici aromatici (A,B,C,D) | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | | | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| <u>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</u> | | | | | | | |
| Pirene (A) | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,01 | 5 | 50 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Benzo(a)antracene (B) | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,01 | 0,05 | 10 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Crisene (C) | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,01 | 5 | 50 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Benzo(b)fluorantene (D) | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,01 | 0,05 | 10 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Benzo(k)fluorantene (E) | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,01 | 0,05 | 10 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Benzo(a)pirene (F) | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,01 | 0,01 | 10 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Indeno(1,2,3-cd)pirene (G) | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,01 | 0,01 | 5 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Dibenzo(a,h)antracene (H) | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,01 | 0,01 | 10 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Benzo(ghi)perilene (I) | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,01 | 0,01 | 10 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Dibenzo(a,e)pirene (L) | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,01 | 0,01 | 10 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Dibenzo(a,h)pirene (M) | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,01 | 1,01 | 10 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Dibenzo(a,i)pirene (N) | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,01 | 2,01 | 10 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Dibenzo(a,l)pirene (O) | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,01 | 3,01 | 10 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Somm. policiclici aromatici (da A a O) | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,01 | 10 | 100 | Sì | Gascromatografia spettrometria di |

| | | | | | | | massa |
|---|------------------------------------|---------------|-------|------|------|----|---|
| <u>ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI</u> | | | | | | | |
| Clorometano | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,01 | 5 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Diclorometano | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,01 | 5 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Triclorometano | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,01 | 5 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Cloruro di vinile | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,001 | 0,01 | 0,01 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| 1,2-Dicloroetano | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,02 | 5 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| 1,1-Dicloroetilene | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,01 | 1 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Tricloroetilene | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 1 | 10 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Tetracloroetilene (PCE) | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,05 | 20 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| <u>ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI</u> | | | | | | | |
| 1,1-Dicloroetano | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,05 | 30 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| 1,2-Dicloroetilene | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,03 | 15 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| 1,1,1-Tricloroetano | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,05 | 50 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| 1,2-Dicloropropano | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,03 | 5 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| 1,1,2-Tricloroetano | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,05 | 15 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| 1,2,3-Tricloropropano | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,01 | 1 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| 1,1,2,2- Tetracloroetano | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,05 | 10 | Sì | Gascromatografia spettrometria di massa |
| <u>ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI</u> | | | | | | | |
| Tribromometano (bromoformio) | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,05 | 10 | Sì | Gascromatografia spettrometria di |

| | | | | | | | |
|--|------------------------------------|---------------|-------|------|------|----|---|
| | | | | | | | massa |
| 1,2-Dibromoetano | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,001 | 0,01 | 0,01 | Si | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Dibromoclorometano | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,05 | 10 | Si | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Bromodichlorometano | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,05 | 10 | Si | Gascromatografia spettrometria di massa |
| <u>CLOROBENZENI</u> | | | | | | | |
| Monoclorobenzene | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,05 | 50 | Si | Gascromatografia spettrometria di massa |
| 1,2-Diclorobenzene | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 1 | 50 | Si | Gascromatografia spettrometria di massa |
| 1,4-Diclorobenzene | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,01 | 10 | Si | Gascromatografia spettrometria di massa |
| 1,2,4-Triclorobenzene | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,05 | 1 | 50 | Si | Gascromatografia spettrometria di massa |
| 1,2,4,5- Tetraclorobenzene | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,05 | 1 | 25 | Si | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Pentaclorobenzene | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,01 | 0,01 | 50 | Si | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Esaclorobenzene | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 0,05 | 5 | Si | Gascromatografia spettrometria di massa |
| <u>FENOLI NON CLORURATI</u> | | | | | | | |
| Metilfenolo (o-,m-,p-) | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,01 | 0,01 | 25 | Si | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Fenolo | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,1 | 1 | 60 | Si | Gascromatografia spettrometria di massa |
| <u>FENOLI CLORURATI</u> | | | | | | | |
| 2-Clorofenolo | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,01 | 0,05 | 25 | Si | Gascromatografia spettrometria di massa |
| 2,4-Diclorofenolo | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,01 | 0,05 | 50 | Si | Gascromatografia spettrometria di massa |
| 2,4,6-Triclorofenolo | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,001 | 0,01 | 5 | Si | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Pentaclorofenolo | EPA 3550C 2000 + EPA 8270D 1998 | mg/Kg s.s. | 0,001 | 0,01 | 5 | Si | Gascromatografia spettrometria di massa |
| <u>ALTRE SOSTANZE</u> | | | | | | | |
| Idrocarburi leggeri (C < 12) | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,1 | 10 | 250 | Si | Gascromatografia spettrometria di massa |

| | | | | | | | |
|------------------------------|---------------------------------|------------|-------|------|-------|----|---|
| Idrocarburi pesanti (C > 12) | EPA 3550C 2000 + EPA 8015D 2003 | mg/Kg s.s. | 5 | 50 | 750 | Si | Gascromatografia spettrometria di massa |
| MTBE (Metilterbutilene) | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,005 | 10 | 250 | Si | Gascromatografia spettrometria di massa |
| Piombo tetraetile | EPA 5021A 2003 + EPA 8260B 1996 | mg/Kg s.s. | 0,01 | 0,01 | 0,068 | Si | Gascromatografia spettrometria di massa |

LISTA ANALITI ACQUE SOTTERRANEE

| Parametri | Metodi | U.M. | L.R. | Valore Limite | Sinal | Tecnica Strumentale |
|---|---------------------------------|------|------|---------------|-------|---|
| <u>METALLI</u> | | | | | | |
| Alluminio | EPA 200.8 1999 | µg/L | 0,1 | 200 | Si | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Antimonio | EPA 200.8 1999 | µg/L | 0,1 | 5 | Si | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Argento | EPA 200.9 2001 | µg/L | 0,1 | 10 | Si | Spettrometria atomica GTA-AAS |
| Arsenico | EPA 200.8 1999 | µg/L | 0,1 | 10 | Si | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Berillio | EPA 200.8 1999 | µg/L | 0,1 | 4 | Si | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Cadmio | EPA 200.8 1999 | µg/L | 0,1 | 5 | Si | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Cobalto | EPA 200.8 1999 | µg/L | 0,1 | 50 | Si | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Cromo totale | EPA 200.8 1999 | µg/L | 0,1 | 50 | Si | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Cromo esavalente | APAT CNR IRSA 3150C Man 29 2003 | µg/L | 0,5 | 5 | Si | Spettrofotometria UV-VIS |
| Ferro | EPA 200.8 1999 | µg/L | 5 | 200 | Si | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Mercurio | EPA 7473 1998 | µg/L | 0,05 | 1 | Si | Spettrometria atomica AMA |
| Nichel | EPA 200.8 1999 | µg/L | 0,1 | 20 | Si | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Piombo | EPA 200.8 1999 | µg/L | 0,1 | 10 | Si | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Rame | EPA 200.8 1999 | µg/L | 0,1 | 1000 | Si | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Selenio | EPA 200.8 1999 | µg/L | 0,1 | 10 | Si | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Manganese | EPA 200.8 1999 | µg/L | 0,1 | 50 | Si | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Tallio | EPA 200.8 1999 | µg/L | 0,1 | 2 | Si | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| Zinco | EPA 200.8 1999 | µg/L | 0,1 | 3000 | Si | Spettrometria di massa con sorgente ICP |
| <u>COMPOSTI ORGANICI AROMATICI</u> | | | | | | |
| Benzene | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 0,1 | 1 | Si | Gascromatografia spettrometria di massa |

| | | | | | | |
|---|------------------------------------|------|-------|------|----|---|
| Etilbenzene | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 1 | 50 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Stirene | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 1 | 25 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Toluene | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 1 | 15 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| p-Xilene | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 1 | 10 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| <u>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</u> | | | | | | |
| Pirene | EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 1998 | µg/L | 0,1 | 50 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Benzo(a)antracene | EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 1998 | µg/L | 0,01 | 0,01 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Crisene | EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 1998 | µg/L | 0,1 | 5 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Benzo(b)fluorantene (A) | EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 1998 | µg/L | 0,01 | 0,1 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Benzo(k)fluorantene (B) | EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 1998 | µg/L | 0,005 | 0,05 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Benzo(ghi)perilene (C) | EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 1998 | µg/L | 0,001 | 0,01 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Benzo(a)pirene | EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 1998 | µg/L | 0,001 | 0,01 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Indeno(1,2,3-cd)pirene (D) | EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 1998 | µg/L | 0,01 | 0,1 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Dibenzo(a,h)antracene | EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 1998 | µg/L | 0,001 | 0,01 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Somm. policiclici aromatici (A,B,C,D) | EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 1998 | µg/L | 0,01 | 0,1 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| <u>ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI</u> | | | | | | |
| Clorometano | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 0,1 | 1,5 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Triclorometano | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 0,01 | 0,15 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Cloruro di vinile | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 0,05 | 0,5 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| 1,2-Dicloroetano | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 0,1 | 3 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| 1,1-Dicloroetilene | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 0,005 | 0,05 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Tricloroetilene | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 0,1 | 1,5 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Tetracloroetilene | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 0,1 | 1,1 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Esaclorobutadiene | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 0,01 | 0,15 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Sommatoria organoalogenati | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 0,1 | 10 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| <u>ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI</u> | | | | | | |
| 1,1-Dicloroetano | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 1 | 810 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| 1,2-Dicloroetilene | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 1 | 60 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |

| | | | | | | |
|---|--|------|--------|-------|----|---|
| 1,2-Dicloropropano | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 0,01 | 0,15 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| 1,1,2-Tricloroetano | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 0,02 | 0,2 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| 1,2,3-Tricloropropano | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 0,0001 | 0,001 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| 1,1,1,2-Tetracloroetano | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 0,005 | 0,05 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| <u>ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI</u> | | | | | | |
| Tribromometano | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 0,01 | 0,3 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| 1,2-Dibromoetano | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 0,0001 | 0,001 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Dibromoclorometano | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 0,01 | 0,13 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Bromodiclorometano | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 0,01 | 0,17 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| <u>COLOROGENI</u> | | | | | | |
| Monoclorobenzene | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 1 | 40 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| 1,2-Diclorobenzene | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 10 | 270 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| 1,4-Diclorobenzene | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 0,05 | 0,5 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| 1,2,4-Triclorobenzene | EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 1998 | µg/L | 10 | 190 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| 1,2,4,5-Tetraclorobenzene | EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 1998 | µg/L | 0,1 | 1,8 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Pentaclorobenzene | EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 1998 | µg/L | 0,5 | 5 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Esaclorobenzene | EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 1998 | µg/L | 0,001 | 0,01 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| <u>FENOLI E CLOROFENOLI</u> | | | | | | |
| Metilfenolo (o-,m-,p-) | EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 1998 | µg/L | 10 | | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Fenolo | EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 1998 | µg/L | 10 | | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| 2-Clorofenolo | EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 1998 | µg/L | 10 | 180 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| 2,4-Diclorofenolo | EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 1998 | µg/L | 10 | 110 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| 2,4,6-Triclorofenolo | EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 1998 | µg/L | 0,5 | 5 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Pentaclorofenolo | EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 1998 | µg/L | 0,05 | 0,5 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| <u>ALTRE SOSTANZE</u> | | | | | | |
| Piombo tetraetile | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 0,01 | 0,1 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |
| Idrocarburi totali (n-esano) | EPA 5021A 2003 + EPA 8015D 2003 + EPA 3510C 1996 + EPA 8015D 2003 | µg/L | 5 | 10 | Si | Gasromatografia FID |
| MTBE (Metilterzbutiletere) | EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996 | µg/L | 0,5 | 10 | Si | Gasromatografia spettrometria di massa |

7. I parametri oggetto del monitoraggio

Tutte le modalità tecniche di esecuzione delle attività di indagine e di campionamento e tutte le attività analitiche saranno eseguite secondo le metodiche di seguito descritte.

7.1. Indagine sulle acque

I pozzi di monitoraggio vengono installati per il campionamento e la misura dei livelli freaticometrici delle acque sotterranee e la loro caratterizzazione dal punto di vista chimico—fisico. In alcuni casi essi possono essere utilizzati per il rilievo di vapori organici presenti nel sottosuolo.

Le caratteristiche tecniche di un pozzo di monitoraggio ed i materiali impiegati devono essere scelti con l'obiettivo di fornire campioni rappresentativi della qualità delle acque sotterranee e della particolare tipologia di contaminanti ricercati.

7.1.1 Installazione piezometri

I fori per l'installazione dei pozzi di monitoraggio devono essere realizzati con le modalità di perforazione descritte nel par. 4.1.1. Al termine della perforazione deve essere posto in opera il tubo piezometrico definitivo, costituito da barre in PVC (preferibilmente da 4" di diametro) cieche e finestate, di spessore minimo 2 mm e di misura variabile. L'ubicazione del tratto finestrato del tubo piezometrico viene definita tenendo conto delle caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo, della tipologia di falda interessata e del campo di escursione piezometrica stagionale. La parte fessurata deve estendersi tra il fondo foro ed almeno 1 metro al di sopra del massimo livello statico della falda, mentre nella restante parte deve essere installata una tubazione cieca. Le microfessure della parte finestrata dovranno avere un'apertura tale da garantire un collegamento idraulico con l'acquifero (circa 0,4 mm o comunque in relazione alla granulometria dell'insaturo); la giunzione tra i vari spezzoni di tubo deve essere a manicotto filettato, in modo da escludere l'uso di collanti o di nastri isolanti contenenti solventi; il tubo deve essere dotato di tappo di fondo e tappo di chiusura in sommità.

Nella corona cilindrica compresa tra il tubo e la parete del foro deve essere realizzato un dreno in ghiaietto siliceo arrotondato (diametro 1-3 mm e, comunque, almeno 30 volte superiore al diametro del terreno circostante), lavato e calibrato. Il dreno dovrà essere posto nel tratto compreso tra fondo foro e 50 cm sopra il termine del tratto finestrato; lo

spazio anulare sovrastante dovrà essere sigillato con miscela di cemento-bentonite. Il manto drenante deve essere posato in modo tale da garantire la formazione di uno strato uniforme su tutta la lunghezza del tratto fessurato, evitando la formazione di ponti che pongano la tubazione a diretto contatto con il suolo. Le teste di tutti i tubi piezometrici devono essere dotati di un tappo con chiusura a tenuta idraulica per evitare l'ingresso di contaminanti dal piano campagna e devono essere protette da un pozzetto con coperchio metallico carrabile munito di lucchetto.

7.1.1 Sviluppo del pozzo piezometrico

La fase successiva alla costruzione prevede il reintegro della conducibilità idraulica naturale all'interno delle formazioni attraversate, rimuovendo le particelle fini in grado di intasare il dreno ed intorbidire i campioni di acqua prelevati.

Si possono adottare due differenti metodologie:

- Airlift: il metodo consiste nell'azione di emungimento di acqua dai pozzi mediante azioni di flusso e riflusso (con relativa turbolenza nelle immediate vicinanze dei filtri) provocate, rispettivamente, dall'introduzione nel pozzo di grandi quantitativi d'aria compressa e da chiusure brusche del getto d'aria. Tale azione sarà protratta fino ad ottenimento di acque chiare, prive di sedimenti in sospensione;
- Pompa sommersa: per l'azione di emungimento vengono utilizzati un campionatore in acciaio inox, PVC o PE e una pompa a portata regolabile. In un primo tempo si utilizza il campionatore per estrarre i sedimenti depositati a fondo foro ed evitare l'eventuale intasamento della pompa; di norma si estraggono almeno 20 litri di acqua verificando la quantità di sedimenti presenti e l'eventuale presenza di inquinanti surnatanti. Quando si ottiene una riduzione significativa dei sedimenti, si inserisce la pompa a metà circa del tratto finestrato e la si attiva a bassa portata (< 5 l/min). Con la progressiva riduzione del carico solido nell'acqua emunta si incrementa la portata fino a raggiungere valori compresi tra 10 e 20 l/min, in funzione della prevalenza. La fase di sviluppo viene protratta fino alla rimozione di un numero sufficiente di volumi d'acqua (da 30 a 50 volte) contenuti all'interno del foro (tubo piezometrico + intercapedine con ghiaietto). I tubi utilizzati per il sollevamento dell'acqua durante la fase di sviluppo del pozzo sono in genere di materiale plastico.

L'acqua emunta viene raccolta e smaltita come rifiuto liquido ai sensi della normativa vigente.

7.2. Campionamenti

7.2.2. Campionamento acque sotterranee (modalità)

Il campionamento delle acque sotterranee si articola nelle seguenti fasi di attività:

- misure freatiche
- spurgo
- misura dei parametri chimico — fisici
- procedure di campionamento

Ciascun campione di acqua sotterranea sarà prelevato in triplice aliquota.

7.2.2.1 Misure freatiche

Preliminarmente ad ogni operazione di spurgo e campionamento verrà eseguita la misura della profondità della superficie freatica rispetto alla testa-pozzo, mediante sonda freatica. In questa fase verrà realizzata la misura anche della profondità del pozzo di monitoraggio, allo scopo di verificare lo stato di conservazione dello stesso.

Tutte le misure dovranno essere effettuate prendendo come riferimento la testa della tubazione in PVC. La misura della profondità della superficie freatica permetterà di calcolare lo spessore della colonna d'acqua all'interno di ciascun pozzo, conoscendo la profondità dello stesso e conseguentemente il volume di acqua da emungere prima di procedere alle operazioni di campionamento.

In presenza di prodotto idrocarburico in fase separata si procederà alla misurazione dello spessore apparente.

7.2.2.2 Spurgo dei pozzi di monitoraggio

Prima di procedere alla fase di campionamento occorre eliminare l'acqua presente all'interno del pozzo e del dreno, che non è generalmente rappresentativa della qualità dell'acqua sotterranea del sito in esame.

Lo spurgo consiste in uno sviluppo ridotto realizzato con pompa a bassa portata in modo da minimizzare la variazione del livello freatico nel corso delle operazioni.

Il volume di acqua emunta durante la fase di spurgo deve essere pari a 3— 5 volte il volume di acqua contenuto nel pozzo e nel filtro in fase statica.

Dopo aver estratto il numero di volumi d'acqua richiesto, raggiunto la stabilità dei parametri chimico-fisici (vedi par. 4.4.2.) ed aver ottenuto acqua non torbida si procederà all'operazione di campionamento che comunque dovrà avvenire entro le 24 h dal ripristino del livello piezometrico naturale.

L'acqua emunta durante la fase di spurgo dovrà essere raccolta e smaltita come rifiuto liquido ai sensi della normativa vigente.

7.2.3. Misura dei parametri chimico-fisici

Successivamente alle operazioni di spurgo vengono misurati in campo i seguenti parametri chimico-fisici: DO (ossigeno disciolto), temperatura, pH, potenziale redox e conducibilità.

Tali parametri devono essere misurati in sito, prima e dopo il campionamento, poiché alcune concentrazioni possono subire dei cambiamenti dovuti ad alterazioni nel campione, cioè precipitazione, scioglimento, ecc.

I risultati delle misure saranno riportati nell'apposito rapporto di monitoraggio.

7.2.4. Procedure di campionamento

7.3.4.1. Campionamento statico

Nel caso si sospetti la presenza di una fase surnatante, si dovrà procedere alla misurazione dello spessore di tale fase mediante sonda ad interfaccia. In questo caso il campionamento sarà statico allo scopo di prelevare sostanze non miscibili con l'acqua e con densità diversa, e verrà eseguito con campionatori manuali (bailers) monouso e corde di manovra pulite. È necessario evitare fenomeni di turbolenza e di aerazione sia durante la discesa del campionatore sia durante il travaso del campione d'acqua nel contenitore specifico. A seconda della presenza di liquidi di densità maggiore o minore dell'acqua saranno utilizzati rispettivamente campionatori di profondità o di superficie.

Il prelievo deve essere realizzato solo dopo opportuno spurgo e ristabilizzazione del livello piezometrico statico.

7.3.4.2. Campionamento dinamico

Il campionamento dinamico deve essere effettuato con pompa pneumatica sommersa secondo il metodo a basso flusso (non superiore a l 1/min) al fine di ridurre i fenomeni di modificazione chimico-fisica delle acque sotterranee, quali trascinarsi dei colloid

presenti nell'acquifero o reazioni di ossidoriduzione.

La pompa a basso flusso sarà collegata con una cella di misura stagna, dotata di porte porta-sensori e di una centralina portatile multiparametrica per la misurazione dei parametri chimico-fisici.

A monte della cella di misura sarà installata un contenitore di vetro di grossa dimensione (15-20 l), al fine di miscelare ed omogeneizzare l'acqua da campionare; la cisterna è munita di un rubinetto dal quale saranno prelevati i campioni d'acqua.

I campioni di acqua prelevati devono essere conservati in appositi contenitori che andranno etichettati e conservati secondo le modalità descritte nel par7.6

È necessario decontaminare dopo ogni operazione di formazione del campione le attrezzature e gli strumenti utilizzati a tale scopo.

7.2.5. Contenitori campioni

Considerando che il numero e le caratteristiche dei contenitori, sia per i campioni di terreno che di acqua, è funzione della tipologia di analiti da ricercare, si riporta comunque il seguente elenco di contenitori che contempla una vasta gamma di analiti.

Per ogni situazione, quindi, andranno utilizzati i contenitori necessari per il prelievo dei campioni funzionali agli analiti da ricercare nel singolo caso.

7.3.5.1. Contenitori campioni acque sotterranee

Per ogni campione prelevato saranno predisposti, a cura del "soggetto obbligato", i seguenti contenitori:

- vials da 40 ml chiuse con tappo a vite e setto teflonato per la determinazione dei composti organici volatili;
- contenitori in vetro scuro da 1 l con tappo ermetico per la determinazione delle sostanze organiche, quali idrocarburi policiclici aromatici, clorofenoli, idrocarburi totali, clorobenzeni;
- contenitori in PE o PPE da 250 ml con tappo ermetico per la determinazione dei metalli;
- contenitori in vetro scuro da 250 ml con tappo ermetico, nuovo, risciacquato con soluzione di acqua diluita di NaOH, per la determinazione dei cianuri e del cromo esavalente;
- contenitori da 1 litro in vetro scuro per la determinazione di PCB.

7.3. Procedure di decontaminazione

Tutte le operazioni di perforazione, prelievo, conservazione, stoccaggio, trasporto dei campioni devono essere effettuate in condizioni rigorosamente controllate in modo da evitare fenomeni di contaminazione o perdita di rappresentatività del campione alterando le caratteristiche chimico-fisiche delle matrici ambientali investigate. In particolare, devono essere presi i seguenti accorgimenti:

- utilizzo nelle diverse operazioni di strumenti e attrezzature costruiti in materiale quali acciaio INOX e PVC, tali che il loro impiego non modifichi le caratteristiche delle matrici ambientali, del materiale di riporto e la concentrazione delle sostanze contaminanti;
- rimozione di qualsiasi grasso o lubrificante dalle zone filettate degli utensili;
- utilizzo di rivestimenti, utensili, corone e scarpe non verniciate;
- eliminazione di gocciolamenti di lubrificanti dalle parti idrauliche dei macchinari, degli impianti e di tutte le attrezzature utilizzate durante tutte le fasi di campionamento. Nel caso di perdite si verificherà che queste non abbiano prodotto contaminazione del terreno prelevato; in ogni caso tutte le informazioni devono essere riportate sul verbale di giornata;
- uso di guanti monouso e stracci, chiavi, ecc. puliti per prevenire il diretto con il materiale estratto;
- pulizia dell'impianto di perforazione e di tutti gli utensili utilizzati, mediante idropulitrice a getto di vapore, prima dell'inizio delle indagini, tra un sondaggio e l'altro e prima di lasciare il sito;
- pulizia di ogni strumento di misura in foro;
- controllo e pulizia di tutti i materiali inseriti in foro (ghiaietto, bentonite, cemento, tubi in PVC, ecc.);
- uso di ghiaietto siliceo lavato e calibrato;
- chiusura della testa foro ad ogni interruzione del lavoro.

7.4. Modalità di registrazione e schedatura

Tutti i campioni prelevati dovranno essere contrassegnati con etichette adesive riportanti:

- identificativo del progetto di riferimento;

- la data e l'ora del campionamento;
- l'identificativo del sondaggio e della profondità di campionamento per i campioni di terreno, o l'identificativo del pozzo di monitoraggio per i campioni di acque sotterranee;
- l'eventuale indicazione dell'aliquota.

L'elenco dei campioni inviati al laboratorio, le informazioni ad essi relativi riportati su ciascuna etichetta e l'elenco delle analisi chimiche previste sarà riportato su un'apposita scheda che accompagnerà i campioni durante la spedizione.

| Pozzo | Codice identificativo | Ubicazione | Coordinate, quota delle opere interferenti | Data rilevamento | Rilevatore | Proprietario |
|------------------|------------------------------|-------------------|---|-------------------------|-------------------|---------------------|
| Pozzo 1 | | | | | | |
| Pozzo 2 | | | | | | |
| Pozzo 3 | | | | | | |
| Pozzo | | | | | | |
| Sorgente 1 | | | | | | |
| Sorgente 2 | | | | | | |
| Sorgente 3 | | | | | | |
| Sorgente | | | | | | |

7.5. Controllo Qualità

Per ogni campagna di monitoraggio è prevista l'esecuzione di un programma di controllo qualità al fine di verificare la precisione e l'accuratezza delle operazioni di campionamento ed analisi.

7.6. Conservazione, stoccaggio, trasporto campioni

I campioni, infine, dovranno essere stoccati in ambienti refrigerati, alle temperature specificate di seguito in funzione del tipo di analiti da ricercare, fino alla preparazione per le analisi.

Tutti i campioni, a seguito del prelievo durante il trasporto e una volta giunti in laboratorio,

devono essere conservati al buio e alla temperatura di $4\pm 2^{\circ}$ C.

Essi devono essere consegnati al laboratorio entro 24 h dal prelievo, congiuntamente alla documentazione di accompagnamento.

I campioni di suolo destinati alla determinazione dei composti volatili devono essere trasportati e conservati alla temperatura di $-20\pm 2^{\circ}$ C.

Le stesse temperature devono essere garantite per la conservazione, a cura del “soggetto obbligato”, dei campioni destinati alle controanalisi fino alla validazione dei risultati analitici.

Il trasporto dei contenitori deve avvenire mediante l'impiego di idonei imballaggi refrigerati (frigo box rigidi o scatole pennellate in polistirolo), resistenti e protetti dagli urti, al fine di evitare la rottura dei contenitori di vetro ed il loro surriscaldamento.

8. Il programma di monitoraggio

Il monitoraggio dell'ambiente idrico si svolgerà in tre fasi: ante-operam, corso d'opera e post-operam.

Si prevede di effettuare le misure e i campionamenti della fase ante-operam e post-operam entro i 6 mesi immediatamente precedenti all'inizio e successivi alla fine dei lavori sui cantieri, mentre in corso d'opera i tempi di rilievo saranno funzione dei parametri di monitoraggio.

Dovranno essere inoltre disposti campionamenti integrativi ogniqualvolta si riscontrassero fenomeni di inquinamento e ulteriori controlli una volta messe in opera le misure correttive per la valutazione della loro efficacia.

8.1. Monitoraggio ante-operam

Le attività previste per lo svolgimento del monitoraggio nella fase ante-operam sono così definite:

- Analisi conoscitiva
- Sopralluogo ed individuazione dei punti per la realizzazione dei piezometri
- Espletamento di tutte le attività relative all'ottenimento dei permessi necessari.
- Realizzazione di eventuali piezometri
- Esecuzione delle campagne di rilievo
- Analisi di laboratorio ed elaborazione dei risultati
- Restituzione dei risultati secondo quanto indicato nelle schede di rilevamento
- Produzione del rapporto descrittivo e inserimento dei dati nel sistema informativo.

La durata delle attività sopra descritte si estenderà per i sei mesi anteriori all'inizio delle lavorazioni di scavo e potranno protrarsi nel periodo della prima cantierizzazione.

8.2. Monitoraggio corso d'opera

Le seguenti attività previste per il monitoraggio in corso d'opera sono da eseguirsi per la durata dei lavori:

- Sopralluogo e riconoscimento dei punti di monitoraggio
- Esecuzione delle campagne di rilievo secondo quanto descritto nelle specifiche tecniche.
- Analisi di laboratorio ed elaborazione dei risultati
- Restituzione dei risultati nelle schede di rilievo
- Produzione del Bollettino dei Risultati e inserimento dei dati nel Sistema Informativo
- Redazione del rapporto annuale

8.3. Monitoraggio post-operam

Le seguenti attività previste per il monitoraggio della componente atmosfera post-operam sono da eseguirsi per 6 mesi di durata dall'ultimazione dei lavori:

- sopralluogo e riconoscimento dei punti di monitoraggio
- Esecuzione delle campagne di rilievo secondo quanto descritto nelle specifiche tecniche.
- Analisi di laboratorio ed elaborazione dei risultati
- Restituzione dei risultati nelle schede di rilievo
- Produzione del Bollettino dei Risultati e inserimento dei dati nel Sistema Informativo
- Redazione del rapporto finale

Dovranno poi essere previsti dei campionamenti integrativi qualora si rendesse necessario una verifica dell'efficacia delle misure di mitigazione poste in essere.

8.4. Durata dei rilievi

I tempi stimati per i rilievi partono dal seguente presupposto:

- Rilievi ante-operam: 6 mesi prima dell'inizio delle attività
- Rilievi in corso d'opera: 48 mesi
- Rilievi post-operam: 6 mesi dopo l'ultimazione delle attività

Il livello statico e i parametri fisico/chimici saranno monitorati sui punti d'acqua e su tutti i piezometri mentre i parametri chimico/batteriologici saranno monitorati solo sui piezometri e/o punti d'acqua a valle delle lavorazioni con riferimento alla direzione della falda.

Per tali punti di misura i valori dei parametri chimico-batteriologici monitorati saranno confrontati con i valori dello stato di bianco.

8.5. Siti di monitoraggio

Si è operata la scelta di monitorare, mediante l'installazione di nuovi piezometri oppure utilizzando quelli già presenti, tutte quelle aree, lungo il nuovo tracciato, che fossero interessate da opere quali scavo di gallerie e perforazioni verticali per la realizzazione delle fondazioni dei viadotti, al fine di controllare il livello di falda.

Di seguito si riporta la tabella contenente il prospetto dei punti proposti per il monitoraggio:

| CODICE | RIFERIMENTO | IMPATTO | Ante operam | Corso d'opera | Post operam | note |
|----------|----------------------------|---------------------------|-------------|---------------|-------------|---|
| | | | n. misure | n. misure | n. misure | |
| AP.1.01 | Viadotto Calore | Fondazioni nuovo viadotto | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.1.02 | Galleria Cerreta | Scavo galleria | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.2.01 | Galleria Scargielle | Scavo galleria | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.2.02 | Viadotto Salese | Fondazioni nuovo viadotto | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.3.01 | Galleria Deruitata | Scavo galleria | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.3.02 | Viadotto Torretta | Fondazioni nuovo viadotto | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.3.03 | Viadotto Albanese | Fondazioni nuovo viadotto | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.4.01 | Galleria Casalbuono | Scavo galleria | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.4.02 | Viadotto Cerritello I | Fondazioni nuovo viadotto | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.4.03 | Viadotto Secco | Fondazioni nuovo viadotto | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.4.04 | Galleria Tempa Ospedale | Scavo galleria | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.4.05 | Galleria Tempa Ospedale | Scavo galleria | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.5.01 | Viadotto Pennarone I | Fondazioni nuovo viadotto | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.5.02 | Viadotto Pennarone II | Fondazioni nuovo viadotto | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.5.03 | Viadotto Palazzo | Fondazioni nuovo viadotto | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.5.04 | Galleria Tempa Pertusata | Scavo galleria | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.7.01 | Viadotto Noce | Fondazioni nuovo viadotto | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.7.02 | Galleria Tempa Renazza | Scavo galleria | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.7.03 | Galleria Tempa Renazza | Scavo galleria | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.8.01 | Viadotto S. Francesco | Fondazioni nuovo viadotto | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.8.02 | Viadotto Santangelo | Fondazioni nuovo viadotto | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.8.03 | Galleria Bersaglio | Scavo galleria | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.8.04 | Viadotto Caduti sul Lavoro | Fondazioni nuovo viadotto | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.9.01 | Variante S. Salvatore | Scavo galleria | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.9.02 | Variante S. Salvatore | Scavo galleria | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.10.01 | Galleria Taggine | Scavo galleria | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.10.02 | Galleria Taggine | Scavo galleria | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.10.03 | Galleria Sirino | Scavo galleria | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.10.04 | Galleria Sirino | Scavo galleria | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.11.01 | Viadotto Paccioni | Fondazioni nuovo viadotto | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |

| CODICE | RIFERIMENTO | IMPATTO | Ante operam | Corso d'opera | Post operam | note |
|----------|-----------------------|---------------------------|-------------|---------------|-------------|---|
| | | | n. misure | n. misure | n. misure | |
| AP.11.02 | Galleria Varcovalle | Scavo galleria | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.11.03 | Galleria Varcovalle | Scavo galleria | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.11.04 | Viadotto Pantanelle | Fondazioni nuovo viadotto | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.11.05 | Viadotto Torbido | Fondazioni nuovo viadotto | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.11.06 | Galleria Torbido | Scavo galleria | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.11.07 | Galleria Calanchi II | Scavo galleria | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.11.08 | Viadotto Calanchi I | Fondazioni nuovo viadotto | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.11.09 | Viadotto Calanchi II | Fondazioni nuovo viadotto | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.12.01 | Viadotto Calanchi III | Fondazioni nuovo viadotto | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.12.02 | Galleria Pecorone | Scavo galleria | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |
| AP.12.03 | Viadotto Pecorone | Fondazioni nuovo viadotto | 1 | 4 | 1 | misure piezometriche; determinazioni chimico-fisiche; campionamenti |

9. Elaborazione e restituzione dei dati.

I dati raccolti durante le campagne di campionamento saranno esaminati dallo Staff Operativo di settore.

In particolare variazioni significative dei parametri saranno da mettere in relazione con le lavorazioni in corso e costituiranno la base per eventuali campagne integrative o, nel caso di superamento dei valori di soglia, il punto di partenza per la determinazione delle misure correttive da porre in essere.

I dati raccolti saranno elaborati secondo le schede di rilievo e saranno inseriti nel Sistema Informativo e nei bollettini e nel rapporto annuale.

La scheda si riferisce al singolo campionamento ed è strutturata in due parti:

- Una parte anagrafica del punto di prelievo contenente tutte le informazioni necessarie all'individuazione del punto stesso. Tale sezione conterrà inoltre dei campi a testo libero contenente le annotazioni relative alla localizzazione del punto e degli spazi per l'inserimento del corredo fotografico.
- Una parte relativa ai risultati dei campionamenti in situ e alle analisi di laboratorio. In tale sezione saranno predisposti dei campi a testo libero per l'introduzione di informazioni concernenti le metodiche di campionamento, la strumentazione utilizzata ed eventuali annotazioni con riferimento alle attività di prelievo.

La scheda di rilievo, firmata dal responsabile del campionamento e dal responsabile dello Staff Operativo di settore, formerà parte integrante dell'archivio cartaceo del monitoraggio e si utilizzerà per l'introduzione dei dati nel Sistema Informativo.

I dati in essa contenuti subiranno una prima verifica da parte dei tecnici dello Staff Operativo di Settore e successivamente saranno soggetti ad un ulteriore controllo attraverso le procedure sviluppate all'interno del Sistema Informativo.

Lo Staff Operativo di settore avrà comunque cura di conservare i dati di output degli strumenti di misurazione allo scopo di eventuali successive verifiche.

10. SCHEDA PUNTO DI RILIEVO POZZO/SORGENTE

| Punto idrogeologico rilevato: POZZO/SORGENTE | | | | | |
|---|--------------|---------------------------|--------------|--------------|------------|
| Denominazione | | Codice di identificazione | | Data rilievo | |
| Rilevatore | | Ente Proprietario | | | |
| Regione | Provincia | | Comune | | |
| Riferimento Cartografico | | Coordinate Gauss Boaga | | Lat.= | Quota (mt) |
| | | | | Long.= | |
| Progressiva delle opere interferenti | | Distanza dalle opere | | | |
| Riferimenti Amministrativi | | | | | |
| Ente Gestore | Proprietario | | Utilizzatore | | |
| Responsabile | | | | | |
| Corografia del punto: Localizzazione del punto di misura | | | | | |

11. SCHEDA MONITORAGGIO POZZO

| MONITORAGGIO POZZO | | | | | | | | |
|---|--------|---------------------------|-----|-----------------|---------------------------|--------------------------|--------------|-------------|
| Denominazione | | Codice di identificazione | | Data rilievo | | | | |
| Parametri di utilizzo | | | | | | | | |
| Portata emunta | | Periodo di utilizzo | | Livello statico | | Portata di esercizio | | |
| Parametri idrogeologici | | | | | | | | |
| Descrizione geologica | | | | | | | | |
| Tipo di acquifero | | | | | | | | |
| Prova di portata a gradini - regime di equilibrio | | | | | | | | |
| data | orario | | | Portata Q (l/s) | livelli piezometrici (mt) | | | Annotazioni |
| | ore | min | sec | | pozzo | piezometro 1 | piezometro 2 | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Parametri idrodinamici calcolati | | | | | | | | |
| Portata specifica | | Conducibilità idraulica | | Trammissività | | Coefficiente di immagaz. | | |
| Parametri tecnici del pozzo | | | | | | | | |
| Descrizione opera | | | | | | | | |
| Stato igienico | | | | | | | | |
| Profondità | | | | | | | | |
| Posizione dei filtri | | | | | | | | |
| Tipo di pompa | | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|---------------------|-------------------------|--|-------|--|-------------------------|--|
| Tipo di perforazione, tubo di rivestimento, sigillatura del perforo | | | | | | | |
| | | Parametri in sito | | | | | |
| Temperatura dell'aria | | Temperatura acqua | | Ph-Eh | | Conducibilità elettrica | |
| | | Episodi di inquinamento | | | | | |
| nitriti | | | | | | | |
| nitriti | | | | | | | |
| nitriti | | | | | | | |
| ferro | | | | | | | |
| manganese | | | | | | | |
| metalli pesanti | | | | | | | |
| idrocarburi | | | | | | | |
| idrocarburi alogenati | | | | | | | |
| fitofarmaci | | | | | | | |
| carica batterica | | | | | | | |
| altro | | | | | | | |
| Qualità specifiche dell'acqua | | | | | | | |
| Aree con problemi particolari | | | | | | | |
| Note | | | | | | | |
| allegati | | | | | | | |
| | Nome del rilevatore | | | | | | |