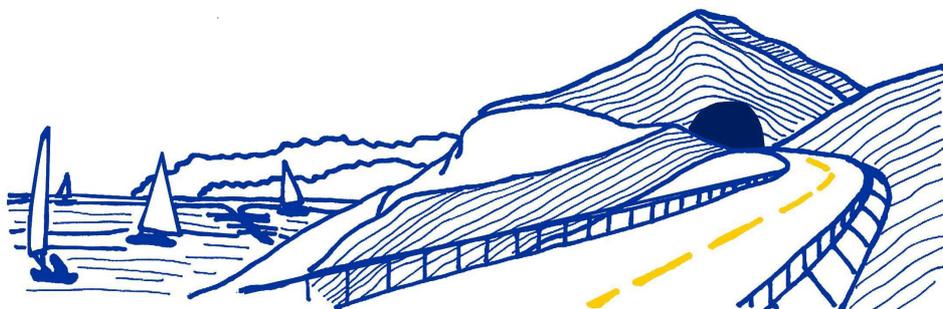


**VARIANTE ALLA S.S.1 AURELIA (AURELIA BIS)  
VIABILITA' DI ACCESSO ALL' HUB PORTUALE DI LA SPEZIA  
INTERCONNESSIONE TRA I CASELLI DELLA A-12 E IL PORTO DI LA SPEZIA  
3° LOTTO TRA FELETTINO E IL RACCORDO AUTOSTRADALE**

**PROGETTO ESECUTIVO DI STRALCIO E COMPLETAMENTO C - 3° TRATTO**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**GE265**



VISTO: IL RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO

RESPONSABILE  
DELL'INTEGRAZIONE DELLE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

SPECIALISTA

IL COORDINATORE DELLA  
SICUREZZA IN FASE DI  
PROGETTAZIONE

Ing. Fabrizio CARDONE

Ing. Alessandro RODINO

Dott. Paolo STIGLIANO

Dott. Domenico TRIMBOLI

**PIANO DI MONITORAGGIO E CONTROLLO AMBIENTALE  
ACQUE SOTTERRANEE E SUPERFICIALI  
Relazione Tecnica**

CODICE PROGETTO

NOME FILE

T00MO01AMBRE01\_D

REVISIONE

SCALA:

PROGETTO

LIV. PROG. N. PROG.

DPGE0265 E 20

CODICE  
ELAB.

T00MO01AMBRE01

D

-

|      |                                      |               |          |              |              |
|------|--------------------------------------|---------------|----------|--------------|--------------|
| D    | REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS | Dicembre 2021 | A. Zenti | F. Carnevale | P. Stigliano |
| C    | REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS | Dicembre 2021 | A. Zenti | F. Carnevale | P. Stigliano |
| B    | REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS | Ottobre 2021  | A. Zenti | F. Carnevale | P. Stigliano |
| A    | EMISSIONE                            | Aprile 2021   | -        | F. Carnevale | A. Nardi     |
| REV. | DESCRIZIONE                          | DATA          | REDATTO  | VERIFICATO   | APPROVATO    |



## INDICE

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1.</b> | <b>ACQUE SUPERFICIALI .....</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1       | PREMESSA .....   | 1         |
| 1.2       | RIFERIMENTI NORMATIVI .....  | 2         |
| 1.2.1     | <i>Normativa comunitaria</i> .....                                       | 2         |
| 1.2.2     | <i>Normativa nazionale</i> .....   | 2         |
| 1.3       | DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO.....                               | 5         |
| 1.3.1     | <i>Criteri di scelta e definizione dei ricettori</i> .....               | 5         |
| 1.4       | METODOLOGIE DI RILEVAMENTO, CAMPIONAMENTO E ANALISI.....                 | 5         |
| 1.4.1     | <i>Misure di portata dei flussi a pelo libero</i> .....                  | 6         |
| 1.4.2     | <i>Campionamento</i> .....   | 7         |
| 1.4.2.1   | Etichettatura dei contenitori.....                                       | 7         |
| 1.4.2.2   | Conservazione e spedizione.....  | 7         |
| 1.4.3     | <i>Misure con sonda multiparametrica</i> .....                           | 8         |
| 1.4.4     | <i>Analisi fisico-chimiche e batteriologiche</i> .....                   | 8         |
| 1.4.4.1   | Parametri microbiologici delle acque (BIO).....                          | 9         |
| 1.4.4.2   | Verifica degli scarichi idrici dalle aree di cantiere e lavorazione..... | 9         |
| 1.5       | PROGRAMMA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO .....                          | 10        |
| 1.5.1     | <i>Ante Operam</i> .....   | 10        |
| 1.5.2     | <i>Corso d'Opera</i> .....   | 10        |
| <b>2.</b> | <b>ACQUE SOTTERRANEE.....</b>  | <b>12</b> |
| 2.1       | PREMESSA .....   | 12        |
| 2.2       | RIFERIMENTI NORMATIVI.....   | 14        |
| 2.2.1     | <i>Normativa comunitaria</i> .....                                       | 15        |
| 2.2.2     | <i>Normativa nazionale</i> .....   | 15        |
| 2.3       | CENSIMENTO DEI PUNTI D'ACQUA SOTTERRANEI E SORGENTI.....                 | 16        |
| 2.4       | DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO.....                               | 17        |
| 2.4.1     | <i>Criteri di scelta e definizione dei punti di misura</i> .....         | 17        |
| 2.4.2     | <i>Parametri oggetto del monitoraggio</i> .....                          | 20        |
| 2.4.2.1   | Parametri in situ ed idrogeologici.....                                  | 20        |
| 2.4.2.2   | Misure piezometriche .....   | 21        |
| 2.4.2.3   | Prelievo di campioni per misure in situ e analisi di laboratorio .....   | 22        |
| 2.4.2.4   | Campionamento.....   | 22        |
| 2.4.2.5   | Misure fisico-chimiche di campo con sonda multiparametrica.....          | 22        |
| 2.4.2.6   | Etichettatura dei contenitori.....                                       | 23        |
| 2.4.2.7   | Conservazione e spedizione.....  | 23        |
| 2.4.2.8   | Analisi fisico-chimiche e batteriologiche di laboratorio .....           | 23        |
| 2.5       | PROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO.....                            | 25        |
| 2.5.1     | <i>Ante Operam</i> .....   | 25        |
| 2.5.2     | <i>Corso d'Opera</i> .....   | 25        |
| 2.5.3     | <i>Post Operam</i> .....   | 26        |

## **1. ACQUE SUPERFICIALI**

### **1.1 PREMESSA**

Il presente documento definisce gli obiettivi e i criteri metodologici generali del Piano di Monitoraggio e Controllo Ambientale della componente Acque Superficiali.

Il Piano di Monitoraggio e Controllo Ambientale, in relazione alla componente Acque Superficiali ha, quindi, lo scopo di definire un sistema di controllo quali-quantitativo del corso d'acqua interessato, al fine di valutare eventuali e potenziali alterazioni indotte dalle opere di progetto in fase di realizzazione.

Le alterazioni potenzialmente attuabili sul sistema idrografico nel corso dei lavori sono riferibili a tre categorie di effetti:

- modificazione delle condizioni di deflusso (livelli, velocità, assetto dell'alveo), prodotte dall'inserimento di opere in prossimità dell'alveo definitive e provvisorie;
- modificazione delle caratteristiche di qualità fisico-chimica dell'acqua provocate dalle attività costruttive, e/o dallo scarico di sostanze inquinanti derivanti dalle lavorazioni;
- modificazioni delle caratteristiche di qualità dell'ambiente fluviale complessivo, a seguito di alterazioni dell'habitat nei comparti idraulico, morfologico, chimico-fisico, biologico, vegetazionale (provocate da attività antropiche quali lavorazioni in alveo con mezzi meccanici, scarico di materiali in alveo, ecc).

Inoltre, le eventuali alterazioni e impatti possono avere rilevanza a scala locale, in prossimità di una lavorazione puntuale, o a scala più ampia, a causa della propagazione

verso valle di eventuali contaminazioni, o semplicemente a causa della continuità territoriale del reticolo idrografico.

I punti di controllo verranno quindi posizionati in modo da:

- monitorare i corpi idrici a monte e a valle dell'interferenza;
- monitorare gli effetti verso valle delle eventuali contaminazioni.

Da ultimo, il PMCA prevede anche la verifica di conformità delle acque di scarico delle aree di cantiere e lavorazione.

## 1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riporta di seguito l'analisi del complesso contesto normativo vigente in materia di qualità dell'acqua, oggetto di continua evoluzione e mutamento sia a livello nazionale che internazionale.

Per quanto riguarda le norme cui far riferimento per l'esecuzione degli accertamenti in campo, nonché per quanto attiene i limiti imposti, il tipo di strumentazione da utilizzare, le grandezze da misurare, ecc., sono elencati nei paragrafi seguenti, distinti in riferimenti comunitari e nazionali.

### 1.2.1 Normativa comunitaria

- Decisione della Commissione 2013/480/UE del 20/09/2013. Acque – Classificazione dei sistemi di monitoraggio – Abrogazione decisione 2008/915/CE: decisione che istituisce i valori di classificazione dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall'esercizio di intercalibrazione;
- Direttiva 2013/39/UE del 12/08/2013 che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.
- Decisione della Commissione 2010/477/UE del 1/9/2010 sui criteri e gli standard metodologici relativi al buono stato ecologico delle acque marine;
- Decisione 2001/2455/CE Parlamento Europeo e Consiglio del 20/11/2001 relativa all'istituzione di un elenco di sostanze prioritarie in materia di acque e che modifica la direttiva 2000/60/CE. (GUCE L 15/12/2001, n. 331)
- Direttiva 2000/60/CE del 23/10/2000 - Regolamento che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. (Direttiva modificata dalla Decisione 2001/2455/CE)

### 1.2.2 Normativa nazionale

- Legge 28 dicembre 2015, n. 221 - Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali;
- D.Lgs. 13 ottobre 2015, n. 172 - Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel

settore della politica delle acque. Entrata in vigore del provvedimento:  
 11/11/2015;

- Decreto del Ministero dell'Ambiente 27 novembre 2013, n. 156 - Regolamento recante i criteri tecnici per l'identificazione dei corpi idrici artificiali e fortemente modificati per le acque fluviali e lacustri, per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo;
- D. Lgs. 10/12/2010, n. 219 - Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque;
- D. Lgs. 13 ottobre 2010 n. 190 “Attuazione della direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino;
- D.M. 08/10/2010, n. 260 – Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo;
- Legge 25 febbraio 2010, n. 36 - Disciplina sanzionatoria dello scarico di acque reflue;
- D.M. 14 aprile 2009, n. 56 - Regolamento recante “Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo”;
- D.Lgs 16 marzo 2009 n. 30 “Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento”;
- D.M. n. 131 del 16/06/2008: Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante: «Norme in materia ambientale», predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto.
- D.Lgs. n. 4 del 16/01/2008: Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.
- D.Lgs. n. 284 del 08/11/2006: Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.
- D.Lgs. n. 152 del 03/04/2006: “Norme in materia ambientale” così come modificato dal D.Lgs. 4 del 16/01/2008 “Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale”.

- D.Lgs. n. 27 del 2.02.2002 – “Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 02.02.2001, n.31, recante attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”.
- D.Lgs. n. 31 del 02.02.2001 – “Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”.
- L. n. 36 del 5 gennaio 1994 – “Disposizioni in materia di risorse idriche”.
- Decreto 15.02.1983 - “Disposizioni relative ai metodi di misura, alla frequenza dei campionamenti e delle analisi delle acque superficiali destinate all’approvvigionamento potabile”;
- DPR 8.06.1982 n.470: “Attuazione della Direttiva CEE n. 76/160 relativa alla qualità delle acque di balneazione”.

## 1.3 DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

### 1.3.1 Criteri di scelta e definizione dei ricettori

L'ambito territoriale in cui il progetto si inserisce è caratterizzato dalla presenza di alcuni corsi d'acqua con carattere di "fosso", localizzati nella parte iniziale del progetto "Stralcio C".

I corsi d'acqua oggetto di monitoraggio devono garantire la presenza di acqua durante tutto l'anno; qualora si verificano situazioni di assenza di acqua, tali condizioni saranno opportunamente segnalate nelle schede di restituzione dati.

Poiché il monitoraggio della componente Acque Superficiali ha lo scopo di valutare eventuali alterazioni indotte dalle opere di progetto in fase di realizzazione, costituiscono potenziali interferenze:

- il fronte avanzamento lavori, ovvero la realizzazione di opere quali viadotti, tombini, scatolari, ponti e manufatti
- gli scarichi di cantiere

Pertanto, sono oggetto di monitoraggio i corsi d'acqua che garantiscono la presenza di acqua tutto l'anno; essi saranno monitorati in prossimità dell'interferenza per i lavori di costruzione lungo il fronte avanzamento lavori e dello scarico di cantiere.

In relazione ad ogni potenziale interferenza saranno posti due punti di monitoraggio secondo il criterio Monte (M) Valle (V) con la finalità di valutare non solo il valore assoluto dell'indicatore in ciascun sito, ma anche e soprattutto la variazione dello stesso tra i due siti.

In riferimento a quanto sopra per le acque superficiali, con possibile interferenza in relazione a scavi, riporti, movimentazione terreno e nuove opere di fondazione, il presente monitoraggio idrogeologico interesserà i corsi d'acqua, specificati di seguito, con interferenze con le opere in progetto. Per ogni corso d'acqua sarà valutata anche la portata specifica in modo da verificare eventuali interferenze delle opere sul regime idrico naturale.

Per quanto riguarda, invece, la caratterizzazione e le analisi sulle acque di scarico dei cantieri sono previsti 3 punti di monitoraggio di cui n. 1 localizzato nel Cantiere Base (CB) e n. 2 nei Cantieri Operativi (CO) (vedi planimetria allegata, elaborato T00MO01AMBPU02).

## 1.4 METODOLOGIE DI RILEVAMENTO, CAMPIONAMENTO E ANALISI

Il monitoraggio dell'ambiente idrico superficiale si baserà su:

- Misure di portata e analisi di parametri chimico-fisici in situ, rilevati direttamente mediante l'utilizzo di un mulinello (o galleggianti) e di sonde multi-parametriche;
- prelievo di campioni per le analisi chimiche di laboratorio.

È previsto quindi l'utilizzo dei seguenti parametri di monitoraggio, che potranno dare indicazioni tempestive in caso di alterazioni o criticità direttamente connesse alle attività di cantiere:

- Parametri idrologici (portata): sono necessari per desumere informazioni riguardo eventuali modificazioni del regime idraulico o variazioni dello stato quantitativo della risorsa;
- Parametri chimico-fisici in situ: sono i principali parametri fisico-chimici, misurabili istantaneamente mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica (o di singoli strumenti dotati degli appositi sensori);
- Parametri chimici di laboratorio: sono stati scelti parametri significativi in relazione alla tipologia della cantierizzazione.

Per l'identificazione dei parametri sopracitati verranno applicate le metodologie disposte dalle "Linee guida SNPA 13/2018 – Il campionamento delle acque interne finalizzato alla determinazione dei parametri chimici e misure in campo dei parametri chimico fisici di base per la direttiva quadro sulle acque" e di seguito sintetizzate.

#### **1.4.1 Misure di portata dei flussi a pelo libero**

Le misure di portata potranno essere effettuate con metodo correntometrico (operando da passerella, da ponte o al guado) mediante mulinelli intestati su aste. Il numero complessivo delle verticali e dei punti di misura, il loro posizionamento reciproco e i tempi di esposizione del mulinello dovranno essere scelti in modo da definire correttamente il campo di velocità, dopo aver eseguito il rilievo geometrico della sezione d'alveo. Solo nel caso di piccoli torrenti e fossi, quando è impossibile l'uso del mulinello a causa di stati idrologici di magra o in situazioni con portate inferiori a 0,5 m<sup>3</sup>/s, la misura viene effettuata con galleggiante, determinando la velocità superficiale e osservando il tempo necessario ad un galleggiante per transitare tra sezioni a distanza nota e di cui si conosce la geometria, o con metodo volumetrico. In caso un fosso o un torrente rimanga secco le misure di portata non verranno eseguite e tale condizione verrà annotata nella scheda di campo.

L'esecuzione delle misure di portata con il metodo correntometrico (mulinello) dovrà essere effettuata in due sezioni di monte e di valle, ricercando le condizioni migliori.

Dovrà essere curata la pulizia della sezione di misura rimuovendo gli ostacoli che dovessero ingombrarla e pulendola, nei limiti del possibile, dalla vegetazione. Prima di ogni campagna di misura dovrà essere verificata l'efficienza e la manutenzione della strumentazione. Ogni sezione dovrà essere completata utilizzando la stessa strumentazione. In caso di sostituzione degli apparecchi nel corso della misura, la sezione dovrà essere iniziata di nuovo.

La definizione della distanza tra le verticali e il loro posizionamento nella sezione è lasciata all'esperienza dell'operatore; in linea di massima il numero di verticali sarà maggiore quanto più la sezione risulti accidentata. Per ciascuna verticale è necessario effettuare una misura di velocità al fondo, una in superficie e una o più intermedie (in base alla profondità dell'alveo del corso d'acqua).

L'elaborazione dei dati correntometrici dovrà quindi fornire, partendo dalla matrice dei giri/secondo misurati:

- la matrice delle velocità;
- il poligono delle velocità per ogni verticale;
- la portata totale.

La sezione del corso d'acqua verrà dunque divisa idealmente in conci verticali, con lo scopo di ottenere sezioni caratterizzate da velocità omogenea, per i quali verrà calcolata una velocità media, derivante dalla media delle velocità misurata nelle diverse profondità del corso d'acqua; dalle misure della velocità media e dell'area delle sezioni potrà essere calcolata la portata per ogni sezione. Infine, è possibile ottenere la portata totale del corso d'acqua sommando le portate delle singole sezioni.

#### Caratteristiche strumentazione

- Mulinello ad elica
- Velocità Massima 10 m/s
- Sensibilità 0,05 m/s
- Elica Passo 250 mm,  $\phi$ 120 mm

#### **1.4.2 Campionamento**

Il monitoraggio dei corsi d'acqua superficiali prevede campionamenti periodici, nei punti prestabiliti, di un quantitativo d'acqua sufficiente per il corretto svolgimento delle analisi di laboratorio.

Saranno effettuati campionamenti manuali, poiché nei campioni possono essere presenti elevate concentrazioni delle diverse specie di microinquinanti nella componente solida sospesa e/o in quella disciolta; inoltre non è necessario disporre di elevati volumi di acqua. Il campionamento manuale permette di raccogliere diverse aliquote di campioni in uno o più contenitori per poter essere successivamente filtrati ed analizzati in laboratorio.

Il prelievo dei campioni di acqua può essere effettuato con sistemi di campionamento costituiti da bottiglie verticali o orizzontali, così come previsto dai "Metodi analitici per le acque - ISPRA, IRSA-CNR", immerse nel filone principale della corrente al di sotto del pelo libero.

Si dovranno preferire punti ad elevata turbolenza, evitando zone di ristagno e zone dove possano manifestarsi influenze del fondo, della sponda o di altro genere. I campioni saranno prelevati procedendo per campionamenti puntuali lungo verticali di misura della sezione. Il campionamento sarà quindi di tipo medio-continuo, raccogliendo in successione continua aliquote parziali, permettendo di avere un campione rappresentativo della sezione indagata.

I contenitori utilizzati dovranno essere di materiale inerte tale da non adsorbire inquinanti, non desorbire i suoi componenti e non alterare la conducibilità elettrica e il pH.

##### 1.4.2.1 Etichettatura dei contenitori

I contenitori utilizzati dovranno essere contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo con sopra riportate le seguenti informazioni:

- punto di prelievo (coordinate; nome del corso d'acqua);
- sezione del corso d'acqua su cui si effettua il prelievo;
- data e ora del campionamento.

##### 1.4.2.2 Conservazione e spedizione

I campioni vengono raccolti in opportuni contenitori e conservati alla temperatura di 4°C fino alla consegna al laboratorio analisi, la quale dovrà avvenire entro 24 ore dal prelievo. Dovranno inoltre essere conservati in frigorifero fino al momento dell'analisi in

laboratorio, in modo da conservare il più possibile inalterate le caratteristiche dei costituenti. Le analisi saranno comunque effettuate nei tempi tecnici minimi possibili.

### 1.4.3 Misure con sonda multiparametrica

Utilizzando i metodi di campionamento descritti in precedenza, saranno misurati i parametri chimico-fisici delle acque in situ mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica immersa direttamente nel contenitore, al fine di disturbare il meno possibile il campione (soprattutto per la misurazione dell'ossigeno disciolto). I parametri chimico-fisici misurati saranno: temperatura, pH, potenziale redox, conducibilità e ossigeno disciolto. I valori rilevati saranno restituiti dalla media di tre determinazioni consecutive; le misure saranno effettuate previa taratura degli strumenti.

#### Caratteristiche strumentazione – Parametri rilevabili dalla sonda Multiparametrica

- Ossigeno disciolto ottico
- Conducibilità specifica
- Conducibilità assoluta
- pH
- ORP (Potenziale di ossido-riduzione – REDOX)
- TDS (Solidi Dissolti Totali)
- Resistività
- Salinità
- SSG (gravità specifica dell'acqua salata)
- Temperatura

### 1.4.4 Analisi fisico-chimiche e batteriologiche

Le analisi chimiche daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto ed il chimismo dei corsi d'acqua. Verranno analizzati parametri tipicamente legati ai fenomeni di inquinamento da lavorazione con macchine operatrici, sversamenti e scarichi accidentali, getti e opere in calcestruzzo.

Si riporta di seguito l'elenco dei parametri oggetto di indagine e delle relative metodiche analitiche.

| <i>AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE - CHI</i> |                                |             |
|---|--------------------------------|-------------|
| <i>PARAMETRO</i>                          | <i>METODICA</i>                | <i>U.M.</i> |
| BOD5                                      | APAT CNR IRSA 5120 Man 29 2003 | mg/l        |
| COD                                       | ISO 15705:2002                 | mg/l        |
| Cloruri                                   | APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003 | mg/l        |
| Solfati                                   | APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003 | mg/l        |
| Nitriti                                   | APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003 | µg/l        |
| Nitrati                                   | APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003 | mg/l        |
| Azoto ammoniacale<br>(come NH4)           | APAT CNR IRSA 4030 Man 29 2003 | mg/l        |
| Calcio                                    | EPA 6010 C 2007                | mg/l        |
| Alluminio                                 | EPA 6020 A 2007                | µg/l        |
| Cadmio                                    | EPA 6020 A 2007                | µg/l        |
| Cromo totale                              | EPA 6020 A 2007                | µg/l        |

| <b>AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE - CHI</b> |   |              |
|---|---|--------------|
| <b>PARAMETRO</b>                          | <b>METODICA</b>                                     | <b>U.M.</b>  |
| Nichel                                    | EPA 6020 A 2007                                     | µg/l         |
| Zinco                                     | EPA 6020 A 2007                                     | µg/l         |
| Idrocarburi totali                        | EPA 3510 C 1996 + EPA 3620 C 2007 + EPA 8015 D 2003 | µg/l         |
| Tensioattivi anionici                     | APAT CNR IRSA 5170 Man 29 2003                      | Tensioattivi |
| Colorazione                               | APAT CNR IRSA 2020 Man 29 2003                      | Colorazione  |
| Trasparenza                               | APAT CNR IRSA 2120 Man 29 2003                      | Trasparenza  |

#### 1.4.4.1 Parametri microbiologici delle acque (BIO)

Le analisi microbiologiche daranno indicazione delle eventuali interferenze tra le lavorazioni in atto e la carica batteriologica di “bianco” dei corsi d’acqua. Si riportano di seguito i parametri biologici oggetto di monitoraggio.

| <b>AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE - BIO</b> |                                 |             |
|---|---------------------------------|-------------|
| <b>PARAMETRO</b>                          | <b>METODICA</b>                 | <b>U.M.</b> |
| Escherichia coli                          | APAT CNR IRSA 7030F Man 29 2003 | ufc/100 ml  |
| Coliformi totali                          | APAT CNR IRSA 7010C Man 29 2003 | ufc/100 ml  |
| Streptococchi fecali                      | APAT CNR IRSA 7040 Man 29 2003  | ufc/100 ml  |

#### 1.4.4.2 Verifica degli scarichi idrici dalle aree di cantiere e lavorazione

Si riporta di seguito l’elenco dei parametri oggetto di indagine e delle relative metodiche analitiche.

| <b>AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE - CHI</b> |   |                      |
|---|---|----------------------|
| <b>PARAMETRO</b>                          | <b>METODICA</b>                                     | <b>U.M.</b>          |
| BOD5                                      | APAT CNR IRSA 5120 Man 29 2003                      | mg/l                 |
| COD                                       | ISO 15705:2002                                      | mg/l                 |
| Nitriti                                   | APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003                      | µg/l                 |
| Nitrati                                   | APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003                      | mg/l                 |
| Azoto ammoniacale (come NH4)              | APAT CNR IRSA 4030 Man 29 2003                      | mg/l                 |
| Idrocarburi totali                        | EPA 3510 C 1996 + EPA 3620 C 2007 + EPA 8015 D 2003 | µg/l                 |
| Tensioattivi anionici                     | APAT CNR IRSA 5170 Man 29 2003                      | Tensioattivi         |
| Colorazione                               | APAT CNR IRSA 2020 Man 29 2003                      |                      |
| Trasparenza                               | APAT CNR IRSA 2120 Man 29 2003                      |                      |
| Escherichia coli                          | APAT CNR IRSA 7030F Man 29 2003                     | ufc/100 ml           |
| Coliformi totali                          | APAT CNR IRSA 7010C Man 29 2003                     | Coliformi totali     |
| Streptococchi fecali                      | APAT CNR IRSA 7040 Man 29 2003                      | Streptococchi fecali |
| Solidi sospesi totali                     | APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003                    |                      |

## 1.5 PROGRAMMA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

### 1.5.1 Ante Operam

Il Monitoraggio AO delle acque superficiali ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche del corso d'acqua, in termini quantitativi e qualitativi, in assenza dei disturbi provocati dalle lavorazioni e dall'opera in progetto. Il monitoraggio dovrà rilevare la variabilità nel tempo di tali caratteristiche (variazioni legate alle condizioni stagionali) basandosi, quando possibile, su una serie di dati sufficientemente lunga da coprire in maniera soddisfacente il campo di variabilità del corso d'acqua; in alternativa (nel caso di limitata quantità di dati disponibili), i confronti dovranno essere eseguiti con dati di letteratura.

Il Monitoraggio AO ha infine lo scopo di definire gli interventi possibili per ristabilire condizioni di disequilibrio che dovessero verificarsi in fase CO, garantendo un quadro di base delle conoscenze delle caratteristiche del corso d'acqua tale da evitare soluzioni non compatibili con il particolare ambiente idrico.

Le frequenze di monitoraggio sono state definite in maniera da rappresentare al meglio la situazione ambientale anche in relazione all'alternarsi delle stagioni, dei regimi idrici e della concreta possibilità di esecuzione dei rilievi.

Le attività di monitoraggio AO si svolgeranno nei sei mesi precedenti all'inizio lavori con cadenza trimestrale. In questo modo si effettueranno 2 campagne trimestrali, preferibilmente una in inverno ed una in primavera, stagioni significative in considerazione degli abbondanti apporti meteorologici caratteristici del microclima.

La tabella seguente riporta in sintesi le attività di monitoraggio previste per la fase Ante Operam nei diversi siti d'indagine.

| PUNTO   | LOCALIZZAZIONE        | FREQUENZA   | PERIODO | NOTE                                    |
|---------|-----------------------|-------------|---------|---|
| IDR 009 | Fosso Polsega (Monte) | trimestrale | 6 mesi  | Misure in situ- Analisi di laboratorio. |
| IDR 010 | Fosso Polsega (Valle) | trimestrale | 6 mesi  | Misure in situ- Analisi di laboratorio. |

### 1.5.2 Corso d'Opera

La definizione del programma temporale del monitoraggio delle acque superficiali avverrà in relazione alle condizioni naturali (variazioni stagionali) e allo sviluppo dei lavori di costruzione dell'opera.

Pertanto, sono previsti monitoraggio trimestrali per tutta la durata delle lavorazioni (30 mesi) in modo da valutare l'interferenza di esse su tutti i parametri caratteristici delle acque di scorrimento superficiale in considerazione, anche, della variabilità naturale collegata al decorrere delle stagioni meteo climatiche.

Un opportuno controllo dei parametri rilevati in questa fase con quelli monitorati in AO permetterà una valutazione critica delle interferenze indotte dalle lavorazioni.

Per quanto riguarda, invece, la caratterizzazione e le analisi sulle acque di scarico dei cantieri sono previsti 3 punti di monitoraggio (IDR\_CANT\_001, IDR\_CANT\_002, IDR\_CANT\_003) di cui n. 1 localizzato nel Cantiere Base (CB) e n. 2 nei Cantieri Operativi (CO) (vedi planimetria allegata, elaborato T00MO01AMBPU02).

| PUNTO        | LOCALIZZAZIONE        | FREQUENZA   | PERIODO | NOTE  |
|--------------|-----------------------|-------------|---------|---|
| IDR 009      | Fosso Polsega (Monte) | trimestrale | 30 mesi | Misure in situ- Analisi di laboratorio.                             |
| IDR 010      | Fosso Polsega (Valle) | trimestrale | 30 mesi | Misure in situ- Analisi di laboratorio.                             |
| IDR_CANT_001 | Cantiere Base         | trimestrale | 30 mesi | Verifica degli scarichi idrici dalle aree di cantiere e lavorazione |
| IDR_CANT_002 | Cantiere Operativo    | trimestrale | 30 mesi | Verifica degli scarichi idrici dalle aree di cantiere e lavorazione |
| IDR_CANT_003 | Cantiere Operativo    | trimestrale | 30 mesi | Verifica degli scarichi idrici dalle aree di cantiere e lavorazione |

## **2. ACQUE SOTTERRANEE**

### **2.1 PREMESSA**

Il presente documento definisce gli obiettivi e i criteri metodologici generali del Piano di Monitoraggio e Controllo Ambientale della componente acque sotterranee.

Il golfo della Spezia rappresenta il margine sud-orientale di una depressione tettonica, allungata in direzione appenninica NW-NE, compresa tra due promontori, costituiti ad ovest da una piega rovesciata e a est da un anticlinale in posizione normale in cui sono implicate diverse unità tettoniche. Tale struttura è il risultato di una fase tettonica distensiva, che ha interessato l'appennino settentrionale e che ha originato sistemi di "alti tettonici" (Horst) e di "fosse tettoniche" (Graben) delimitati da faglie dirette.

Le faglie dirette con rigetti superiori sono quelle situate ai margini occidentali di due horst, ossia la discontinuità che da La Spezia si sviluppa con evidenza sino a Corrodano, per circa 20 km, e quella presunta sulla destra del fiume Magra, sepolta al di sotto dei depositi alluvionali.

Le strutture ad Horst e Graben si riuniscono verso nord-ovest determinando la depressione tettonica della valle del fiume Vara.

Oltre al sistema a faglie dirette (distensive) con direzione appenninica, è riconoscibile anche un sistema a faglie trasversali alle strutture principali; si tratta di faglie trascorrenti, con componente verticale anche notevole.

Le formazioni geologiche si differenziano, sotto il profilo idrogeologico, fra terreni permeabili, in grado di contenere acquiferi, e terreni impermeabili che costituiscono il limite di separazione tra gli acquiferi.

I terreni affioranti nell'area in esame sono caratterizzati da distinti gradi di permeabilità primaria (per porosità) e/o secondaria (per fatturazione) variabile in funzione delle caratteristiche litologiche e delle condizioni di alterazione e fratturazione.

In particolare, le caratteristiche idrogeologiche delle singole formazioni geologiche sono:

- le formazioni calcaree della “successione Toscana non metamorfica” che mantengono in genere un grado di permeabilità elevato;
- le formazioni basali della “successione Toscana” che mantengono in genere un grado di permeabilità elevato;
- le formazioni arenacee delle unità tettoniche “liguri” e “toscani” sono contraddistinte da un grado di permeabilità secondaria da medio a medio-bassa;
- i depositi quaternari sono permeabili per porosità ed il rispettivo grado di permeabilità è strettamente connesso alla composizione granulometrica;

Le condizioni di permeabilità e la situazione strutturale degli ammassi rocciosi, affioranti all'interno del territorio comunale, influenzano la circolazione idrica sotterranea e la distribuzione delle emergenze idriche.

Infatti, le sorgenti e le risorgive principali sono situate all'interno del massiccio calcareo in corrispondenza della “faglia della Spezia”.

Nella parte orientale della piana della Spezia, in località “Stagnoni”, si segnalano risorgive analoghe poste lungo il sistema di faglie che separa le unità Liguri dalle successioni Toscane.

Sono presenti altre piccole sorgenti, sparse per tutto il territorio, con portate molto basse ed estremamente variabili in relazione alle precipitazioni.

Nello specifico dell'area del tracciato o di potenziale influenza si rilevano sorgenti nelle formazioni arenacee delle unità tettoniche con portate prevalentemente basse ed un acquifero importante con trasmissività elevata contenuto all'interno delle formazioni basali della serie toscana.

Il Piano di Monitoraggio e Controllo delle acque sotterranee è orientato ai seguenti aspetti:

- certificazione dello stato quali-quantitativo dei corpi idrici nella situazione precedente l'avvio dei lavori;
- controllo dei corpi idrici nella fase di cantiere.

In sede di analisi del progetto definitivo il CIPE ha emanato con delibera 60/2008 una serie di prescrizioni specifiche inerenti al monitoraggio idrogeologico. Nel dettaglio veniva richiesto di eseguire preventivamente alla progettazione esecutiva le seguenti verifiche di carattere idrogeologico:

- a)  *censimento di pozzi esistenti a monte ed a valle delle opere in progetto; eventuale perforazione di ulteriori piezometri a tubo aperto a monte ed a valle delle singole opere; misure piezometriche nei pozzi censiti, nei nuovi piezometri di cui sopra e nei piezometri esistenti riutilizzabili; prelievi di campioni di acqua da sottoporre ad analisi chimico-fisiche di laboratorio dai nuovi pozzi e dai piezometri esistenti; misure di portata alle sorgenti di interesse. L'articolazione temporale delle attività descritte deve essere così strutturata: fase ante-operam, corso d'opera, post-operam;*
- b)  *conseguente verifica dell'eventuale interferenza dell'opera con i pozzi e le sorgenti di cui sopra ed indicazione dei sistemi di approvvigionamento idrico di emergenza necessari*

*per supplice ad eventuali deficit indotti dagli scavi con eventuali interventi di ripristino degli acquedotti potenzialmente impattati... omissis...*

Le indicazioni del CIPE di cui sopra sono state recepite e fanno parte integrante della Relazione Generale consegnata in fase di gara GE 50/08. Nello specifico le prescrizioni sono state riportate nei paragrafi della stessa relazione relativi ad *Ambiente geologico ed idrogeologico – Prescrizione “a” – Prescrizione “b”*.

Visto quanto sopra il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo ha lo scopo di controllare l'impatto della costruzione delle opere in progetto sul sistema idrogeologico superficiale e profondo, al fine di prevenirne alterazioni di tipo quali-quantitativo delle acque ed eventualmente programmare efficaci interventi di contenimento e mitigazione.

Le attività che possono comportare influenze sui livelli di falda nell'area indagata creando sbarramenti o situazioni di drenaggio o possibilità di inquinamento delle acque sotterranee sono dovute essenzialmente:

- alle sostanze impiegate nei processi di scavo delle opere e delle gallerie in particolare;
- all'utilizzo di mezzi meccanici e macchinari di cantiere, che possono comportare diffusione di idrocarburi ed oli;
- ai getti di calcestruzzo che possono contenere additivi chimici di varia natura.

I criteri per la definizione degli elementi della rete di monitoraggio sono basati sulla considerazione del rischio di interferenza tra opere in progetto e corpi idrici sotterranei in relazione a quanto emerso dagli studi di supporto al progetto.

In particolare, come specificato nello studio di impatto ambientale, essendo i potenziali impatti classificati come “bassi” ma con presenza di eccezioni puntuali con impatto medio-alto, si rende necessario supportare il Progetto Esecutivo e la fase di realizzazione dell'opera, con studi, controlli e approfondimenti di carattere idrogeologico.

A seguito dei primi dati del monitoraggio ante-operam (prima misura), è stato possibile verificare il tenore delle interferenze dell'opera con la matrice ambientale acqua sotterranea e le interferenze con le sorgenti e le opere di prelievo private.

Alla luce di quanto rilevato con le misure di monitoraggio eseguite nei mesi di gennaio e febbraio 2011 si può affermare che devono essere approfondite e tenute sotto controllo principalmente le interferenze fra le gallerie in località Melara e Felettino (sulle formazioni del *Verrucano* e sulle *Arenarie di Ponte Bratica*). Particolare attenzione andrà quindi posta sulle eventuali interferenze sulle sorgenti e sui pozzi presenti nella zona. Per le altre porzioni del progetto, il tipo di impatto da attendersi a livello di acque sotterranee dovrebbe essere comunque scarso.

## 2.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riporta di seguito l'analisi del complesso contesto normativo vigente in materia di qualità dell'acqua, oggetto di continua evoluzione e mutamento sia a livello nazionale che internazionale.

Per quanto riguarda le norme cui far riferimento per l'esecuzione degli accertamenti in campo, nonché per quanto attiene i limiti imposti, il tipo di strumentazione da utilizzare, le

grandezze da misurare, ecc., sono elencati nei paragrafi seguenti, distinti in riferimenti comunitari e nazionali.

### 2.2.1 Normativa comunitaria

- Decisione della Commissione 2013/480/UE del 20/09/2013. Acque – Classificazione dei sistemi di monitoraggio – Abrogazione decisione 2008/915/CE: decisione che istituisce i valori di classificazione dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall’esercizio di intercalibrazione;
- Direttiva 2013/39/UE del 12/08/2013 che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.
- Direttiva 2006/118/CE del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall’inquinamento e dal deterioramento e successive modifiche.
- Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque e successive modifiche ed integrazioni con Decisione 2001/2455/CE e Direttive 2008/32/CE.
- Direttiva 1998/83/CE del 3 novembre 1998 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano.

### 2.2.2 Normativa nazionale

- D. Lgs. 10/12/2010, n. 219 - Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque;
- D. Lgs. 13 ottobre 2010 n. 190 “Attuazione della direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino;
- D.M. 08/10/2010, n. 260 – Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell’articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo;
- DM 14/04/2009, n. 56 – Regolamento recante “Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l’identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 152/2006, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell’art. 75, comma 3, del D.Lgs.medesimo”;
- D.Lgs 16 marzo 2009 n. 30 “Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento”
- DM 16/06/2008, n. 131 – Regolamento recante “I criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni”;

- D.Lgs. n. 152 del 3 Aprile 2006, Norma in materia ambientale, e s.m.i.
- D.Lgs. 31 del 2 febbraio 2001, come modificato dal D.Lgs. n. 27 del 02/02/02, Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano
- L. n.36 del 5 gennaio 1994 “Disposizioni in materia di risorse idriche”.
- D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., Parte III - Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche.

### 2.3 CENSIMENTO DEI PUNTI D'ACQUA SOTTERRANEI E SORGENTI

È stato eseguito, come da specifica prescrizione CIPE citata in premessa, il censimento dei pozzi esistenti e delle sorgenti ubicati a monte ed a valle delle opere in progetto.

Dal suddetto censimento è risultato che sono presenti pozzi privati ad uso prevalentemente domestico ed irriguo, per la maggior parte molto superficiali con profondità in media compresa fra 2 m e 10 m dal piano di campagna. Nessuno dei pozzi censiti risulta ad uso potabile.

Nella tabella seguente sono elencati i pozzi censiti e le relative specifiche di interesse per il presente studio.

È stata inoltre predisposta un'apposita planimetria (elaborato T00MO01AMBPU01) annessa al presente studio che riporta l'ubicazione esatta dei pozzi e delle sorgenti censite con il riferimento numerico e la distinzione fra pozzi di falde idriche che attingono da depositi alluvionali e colluviali con specifica del relativo numero di pratica autorizzativa e quelli che attingono da falde idriche ospitate in materiali litoidi, con annesso numero della pratica autorizzativa.

| Numero Pratica | Ubicazione indicativa   | Scheda Tecnica | Foglio | Mappa Catastale | Prof. m | Diametro mm | Portata Pompa l/s |
|----------------|---|----------------|--------|-----------------|---------|-------------|-------------------|
| 119            | Est fermata Cà di Boschetti (Via San Venerio 10)                          | No             | 46     | 345             | No      | 25mm        | 1                 |
| 133            | est cimitero  | SI             | 46     | 233             | 3       | 1000        | 3                 |
| 377            | Via piave 95  | NO             | 46     | 1123            | No      | No          | no                |
| 512            | Tra Marcantone e Migliarina   | SI             | 22     | 1033            | 6       | 1100        | no                |
| 869            | Nord est fermata Stazione Cà di Boschetti                                 | SI             | 46     | 161             | 5       | 1100        | no                |
| 1181           | Sud est Toponimo Migliarina   | SI             | 46     | 15              | 7       | 900         | no                |
| 1217           | Ovest Toponimo San Venerio  | SI             | 23     | 991             | 5,5     | 2400        | no                |
| 1363           | Est toponimo San venerio  | SI             | 23     | 382             | 4       | 1200        | 10                |
| 1580           | Tra Lobbia e San Venerio  | SI             | 22     | 386             | 15      | 700         | 2                 |
| 1639           | Est ex fornace ma nel mappale (vedere copia) non c'è l'ubicazione precisa | SI             | 46     | 1314            | 44      | 200         | no                |
| 1692           | Sud ovest Migliarina  | SI             | 21     | 43              | 7       | 1300        | no                |
| 1771           | Ovest Migliarina  | SI             | 21     | 257             | 6       | 800         | no                |
| 1820           | Sud-est San venerio (manca l'ubicazione precisa nella mappa)              | SI             | 23     | 600             | 5       | 1400        | no                |
| 1920           | Tra cimitero e campo sportivo   | SI             | 46     | 1186            | 4       | 800         | no                |

| Numero Pratica | Ubicazione indicativa                          | Scheda Tecnica | Foglio | Mappa Catastale | Prof. m | Diametro mm | Portata Pompa l/s |
|----------------|--|----------------|--------|-----------------|---------|-------------|-------------------|
| 1995           | Cimitero Migliarina                            | SI             | 22     | 1405            | 30      | 650         | 1,5-5,5 m3/h      |
| 2020           | Cimitero Migliarina                            | SI             | 22     | 991             | 15      | 900         | 1,5-5,5 m3/h      |
| 2021           | Cimitero Migliarina                            | SI             | 22     | 476             | 4       | 1300        | no                |
| 2048           | Nord-Ovest cimitero                            | SI             | 45     | 144             | 5       | 1000        | no                |
| 2052           | est cimitero                                   | SI             | 46     | 232             | 5       | 3400        | no                |
| 2054           | est cimitero, in prossimità del campo sportivo | SI             | 46     | 661             | 3,5     | 2,80        | no                |
| 2167           | Sud Migliarina                                 | SI             | 21     | 117             | 7       | 1100        | no                |
| 2843           | Lungo il fosso ad est toponimo San Venerio     | SI             | 23     | 356             | 3,3     | 1300        | 0,1-1             |
| 2869           | est cimitero, in prossimità del campo sportivo | SI             | 46     | 273             | 7       | 4000        | no                |
| 3204           | Sud Migliarina                                 | SI             | 45     | 122             | 2,5     | 1400        | no                |
| 3230           | est cimitero                                   | SI             | 46     | 230             | 5       | 1800        | no                |
| 3308           | Sud Migliarina                                 | SI             | 21     | 320             | 6       | 200         | no                |
| 3376           | est cimitero                                   | SI             | 46     | 191             | 5       | 1500        | 5.20              |
| 4185           | Ovest Migliarina                               | SI             | 22     | 897             | 5       | 1000        | no                |
| 4246           | Nord ovest fornace                             | SI             | 46     | 1105            | no      | 2 pollici   | no                |
| 4433           | Cimitero Migliarina                            | SI             | 22     | 991             | 15      | 900         | 1,5/5,5           |
| 4437           | Cimitero Migliarina                            | SI             | 22     | 1490            | 30      | 700         | 1,5/5,5           |
| 4556           | Zona melara                                    | -              | -      | -               | -       | -           | -                 |
| 4587           | Sud Lobbia                                     | SI             | 22     | 1081            | 5       | 2000        | 0,5               |
| 4676           | Sud San Venerio                                | SI             | 46     | 617             | 6       | 1300        | 15                |
| 4678           | Zona Migliarina                                | -              | -      | -               | -       | -           | -                 |

Il censimento ha interessato anche le sorgenti che nel complesso risultano essere, che nella stessa tavola succitata sono state individuate e numerate con numero progressivo e distinte fra alimentate da falde idriche sospese (libere o captate) e quelle da falde idriche di base (libere o captate).

Trattasi in prevalenza di sorgenti alimentate da falde idriche sospese di portata inferiore a 5 lt/min libere. Anche per le sorgenti non si rilevano utilizzi afferenti al pubblico acquedotto.

## 2.4 DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

### 2.4.1 Criteri di scelta e definizione dei punti di misura

Per il monitoraggio idrogeologico, in seguito al censimento dei pozzi e sorgenti esistenti e a quelli di nuova realizzazione, sono stati individuati 13 punti di controllo idrogeologico delle acque di falda così suddivisi:

*SORG 1* Sorgente Misure tipo SOR e CHI

*PIEZ 1-7* Piezometri Misure tipo LIV e CHI

**POZ 1-5    Pozzi    Misure tipo LIV, IDR e CHI**

La tipologia di misurazione effettuata è riportata in seguito in apposito paragrafo del presente documento.

I punti di monitoraggio selezionati corrispondono, in base al censimento riportato in cartografia, alle seguenti codifiche:

- 1 sorgente → S1;
- 7 piezometri → 541, 642, 610, PZ10, 604, 605, 607;
- 5 pozzi → 540, 640, 641, 643, 1639.

In tali punti di controllo, saranno eseguite, misure piezometriche (pozzi e piezometri), analisi chimiche delle acque (pozzi, piezometri e sorgenti), misure di portata (sorgenti) e prove di portata con individuazione delle caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero sotterraneo (pozzi).

Nella fase preliminare al progetto esecutivo complessivo sono stati realizzati 7 pozzi di controllo (140, 141, 340, 540, 640, 641, 643), specifici per il monitoraggio idrogeologico, alcuni dei quali sono entrati a far parte dei punti di controllo di cui sopra, mentre un solo pozzo censito è stata selezionato per il monitoraggio proposto (pratica autorizzativa 1639).

I punti di monitoraggio idrogeologico per le acque sotterranee sono evidenziati nella planimetria T00MO01MOAPU02.

I controlli previsti hanno lo scopo di verificare le possibili interferenze tra le opere da realizzare e l'assetto idrogeologico in prossimità delle aree d'intervento.

I punti sono stati prescelti in relazione agli acquiferi presenti ed alla possibile interferenza delle opere con le matrici acque sotterranee e acque superficiali.

In particolare, tali punti sono stati collocati in corrispondenza dei diversi acquiferi dell'area in esame (coperture detritiche superficiali, depositi alluvionali e ammassi rocciosi), al fine di determinare le possibili interferenze dell'opera su tutti gli acquiferi dell'area.

Questo consente di valutare il tipo di impatto da attendersi e gli interventi di mitigazione in riferimento ad eventuali interferenze dell'opera specie sulle acque sotterranee con elevati abbassamenti temporanei attesi sul piano verticale e altrettanto elevati richiami laterali.

Per tale motivo la scelta dei punti di monitoraggio è stata ragionata ed eseguita in relazione all'interazione tra tracciato ed assetto idrogeologico delle acque.

Ai fini delle potenziali interferenze progettuali sono state individuate quindi cinque unità formazionali/idrogeologiche principali costituite da:

- a) *Alluvioni terrazzate* (acquifero di basse dimensioni)
- b) *Arenaria di Ponte Bratica e Argille e Calcari di Canetolo* (acquifero di medio-elevate dimensioni)
- c) *Macigno* (acquifero di modeste dimensioni)
- d) *Calcare Cavernoso* (acquifero di modeste dimensioni),
- e) *Verrucano* (acquifero di elevate dimensioni).

In riferimento a quanto sopra per le acque sotterranee, con possibile interferenza in relazione a scavi per le gallerie naturali, il controllo idrogeologico interesserà i seguenti acquiferi correlati alle opere di scavo specifiche:

**galleria Felettino III:**

- acquifero della formazione *Macigno*
- punti di controllo: *SORG 04*.

**galleria Le Fornaci I:**

- acquifero della formazione del Verrucano
- punti di controllo: piezometri *PIEZ 04 (40 m)*; pozzi di controllo *POZ 04, POZ 05*.

**galleria Le Fornaci III:**

- acquifero della formazione Verrucano
- punti di controllo: piezometri *PIEZ 06 (25 m), PIEZ 07(20 m)*.

**galleria Le Fornaci IV:**

- acquifero della formazione Verrucano
- punti di controllo: piezometri *PIEZ 06 (25 m), PIEZ 07 (20 m)*.

Per le acque sotterranee, con possibile interferenza in relazione a scavi e nuove opere di fondazione profonde per le gallerie artificiali, il controllo idrogeologico interesserà i seguenti acquiferi correlati alle opere di scavo specifiche:

**galleria Felettino II:**

- acquifero della formazione *Arenaria di Ponte Bratica e Argille e Calcari di Canetolo*
- punti di controllo: *SORG 04*.

**galleria Le Fornaci II:**

- acquifero della formazione *Alluvioni terrazzate*
- acquifero della formazione Verrucano
- punti di controllo: piezometro *PIEZ 05 (25 m)*.

Per le acque sotterranee, con possibile interferenza in relazione a scavi e nuove opere di fondazione per il viadotto L, il controllo idrogeologico interesserà i seguenti acquiferi correlati alle opere di scavo specifiche:

**viadotto L:**

- acquifero della formazione Verrucano
- punti di controllo: piezometro *PIEZ 06 (25 m)*.

Tale piano di monitoraggio consente quindi di valutare tutte le possibili influenze delle opere in progetto per tutti gli acquiferi principali individuati attraverso una suddivisione distribuita in ragione delle differenti caratteristiche idrogeologiche di tutti gli acquiferi interessati (superficiali, profondi e risorgive).

Si evidenzia che i piezometri saranno ripерforati e attrezzati con tubo aperto fenestrato di diametro pari a 3”.

### 2.4.2 Parametri oggetto del monitoraggio

La definizione dei parametri da utilizzare come indicatori di potenziale interferenza è stata effettuata nell’ottica di definire un unico sistema di monitoraggio che non fosse così strettamente legato alla tipologia dell’interferenza, ma che comunque garantisca significatività.

Nella seguente tabella sono indicati, per ogni tipologia di punto di monitoraggio individuato, i relativi parametri da rilevare:

|             | <i>LIV</i> | <i>IDR</i> | <i>POR</i> | <i>CHI</i> |
|-------------|------------|------------|------------|------------|
| <i>PIEZ</i> | X          |            |            | X          |
| <i>POZ</i>  | X          | X          |            | X          |
| <i>SORG</i> |            |            | X          | X          |

Le specifiche tecniche dei parametri da monitorare e delle metodologie di campionamento sono riportate di seguito.

Si distinguono due tipologie di parametri:

- in situ e idrogeologici;
- parametri di laboratorio.

Le analisi chimiche saranno effettuate presso Laboratori Certificati.

#### 2.4.2.1 Parametri in situ ed idrogeologici

I parametri da rilevare in loco sono:

- **Livello statico della falda (LIV):** le variazioni del livello statico sono caratterizzate da ciclicità stagionali ed annuali intimamente correlate all’andamento dell’anno idrologico, in ragione di maggiori o minori apporti di ricarica dell’acquifero. Il parametro e le sue variazioni sono meglio leggibili e interpretabili laddove si disponga di serie storiche di lettura.
- **Parametri idrodinamici degli acquiferi (IDR):** determinazione dei parametri caratteristici della falda (permeabilità K e trasmissività T), della portata e del coefficiente di immagazzinamento per valutare possibili afflussi nel cavo delle gallerie e le implicazioni sull’assetto idrogeologico della zona attraverso l’esecuzione di prove di portata ripetute nel tempo per ogni stagionalità nei 6 nuovi pozzi realizzati appositamente per il monitoraggio idrogeologico (prova a gradini di portata crescente e prova di lunga durata con risalita) con controllo nei piezometri di riferimento.
- **Misure di portata delle sorgenti più significative (POR):** anche in tale caso le variazioni di portata sono caratterizzate da ciclicità stagionali ed annuali

intimamente correlate all'andamento dell'anno idrologico, in ragione di maggiori o minori apporti di ricarica dell'acquifero superficiale. Il parametro e le sue variazioni sono meglio leggibili e interpretabili laddove si disponga di serie storiche di lettura.

Il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo si baserà, in accordo con la normativa vigente:

- sull'analisi di parametri chimico-fisici in situ, rilevati direttamente mediante l'utilizzo di un freatometro e di sonde multi-parametriche piezometri;
- sul prelievo di campioni per le analisi di laboratorio di parametri chimici.

È previsto quindi l'utilizzo dei seguenti parametri di monitoraggio, che potranno dare indicazioni tempestive in caso di alterazioni o criticità direttamente connesse alle attività di cantiere:

- Parametri idrogeologici (Livello statico e portata): sono necessari per desumere informazioni riguardo eventuali modificazioni del regime idraulico o variazioni dello stato quantitativo della risorsa;
- Parametri chimico-fisici in situ: sono i principali parametri fisico-chimici, misurabili istantaneamente mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica (o di singoli strumenti dotati degli appositi sensori);
- Parametri chimici di laboratorio: sono stati scelti parametri significativi in relazione alla tipologia della cantierizzazione.

Per l'identificazione dei parametri sopracitati verranno applicate le metodologie disposte dalle "Linee guida SNPA 13/2018 – Il campionamento delle acque interne finalizzato alla determinazione dei parametri chimici e misure in campo dei parametri chimico fisici di base per la direttiva quadro sulle acque" e di seguito sintetizzate.

#### 2.4.2.2 Misure piezometriche

Il livello della falda sarà rilevato utilizzando un sondino piezometrico (di opportuna lunghezza rispetto al livello statico da misurare) a punta elettrica, munita di avvisatore acustico e/o ottico.

Sarà cura dell'operatore eseguire:

- la corretta identificazione della stazione di misura (pozzo, piezometro);
- la verifica dell'integrità della chiusura del pozzetto di protezione di bocca foro (per i piezometri);
- l'immediata annotazione su apposita modulistica delle misure rilevate.

La scheda di campo dovrà contenere:

- la codifica del presidio monitorato;
- la misura rilevata in quota relativa e assoluta (in metri, con almeno due cifre decimali);
- la data della misura.

#### 2.4.2.3 Prelievo di campioni per misure in situ e analisi di laboratorio

Al fine di prelevare campioni d'acqua il più possibile rappresentativi della situazione idrochimica sotterranea, si procederà ad operazioni di spurgo del piezometro; un'accurata procedura di spurgo è funzione anche delle caratteristiche idrauliche del pozzo e della produttività dell'acquifero.

Il D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. indica di effettuare uno spurgo di un volume da 3 a 5 volte il volume di acqua contenuta nel piezometro. Indicazione del reale rinnovo dell'acqua contenuta nel piezometro e del fatto che il volume d'acqua in esso contenuto sia rappresentativo delle reali condizioni chimico-fisiche dell'acquifero è la stabilizzazione di parametri quali la temperatura, il pH, la conducibilità elettrica e il potenziale di ossidoriduzione misurati prima dell'inizio e durante le operazioni di spurgo. È possibile effettuare il prelievo di acqua solo quando questi parametri sono stabilizzati su valori pressoché costanti.

È buona norma, inoltre, ad integrazione dai criteri sopra citati, protrarre lo spurgo fino alla chiarificazione, ovvero fintanto che l'acqua non si presenta priva di particelle in sospensione.

#### 2.4.2.4 Campionamento

Le attrezzature per il campionamento devono essere di materiale inerte (acciaio inossidabile, vetro e resine fluoro carboniche inerti) tali da non adsorbire inquinanti, non desorbire i suoi componenti e non alterare la conducibilità elettrica e il pH. I campionatori suggeriti sono di tipo statico.

Dovrà essere posta attenzione nel preservare da qualsiasi tipo di contaminazione le attrezzature destinate al prelievo, sia nelle fasi di trasporto che in quelle che precedono il prelievo stesso.

Nel caso di campionamenti consecutivi da piezometri diversi dovranno essere impiegati campionatori singoli per ogni pozzo oppure le attrezzature dovranno essere pulite ogni qualvolta verranno riutilizzate.

Il campionatore dovrà essere calato lentamente nel foro avendo cura di non causare spruzzi al suo interno. Durante le operazioni di campionamento non dovrà essere provocata l'agitazione del campione e la sua esposizione all'aria dovrà essere ridotta al minimo.

La quantità di campione prelevato dovrà essere sufficiente alla realizzazione delle analisi complete di laboratorio. Il passaggio dal campionatore al contenitore sarà fatto immediatamente dopo il recupero e con molta precauzione, fuori dell'azione diretta dei raggi solari o di altri agenti di disturbo, riducendo all'indispensabile il contatto con l'aria e versando l'acqua con molta dolcezza, senza spruzzi; nel contenitore una volta chiuso non deve rimanere aria. In generale il campione di acqua prelevato sarà inserito in contenitori preferibilmente in polietilene e vetro sterili, chiusi da tappi ermetici in materiale inerte ed esternamente ricoperti dai raggi solari.

#### 2.4.2.5 Misure fisico-chimiche di campo con sonda multiparametrica

Utilizzando i metodi di campionamento descritti in precedenza, saranno misurati i parametri chimico-fisici delle acque in situ mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica immersa direttamente nel contenitore, al fine di disturbare il meno possibile il campione (soprattutto per la misurazione dell'ossigeno disciolto). L'operatore avrà cura di annotare immediatamente sulla scheda di campo:

- i parametri chimico-fisici misurati (temperatura aria, temperatura acqua, pH, potenziale redox, conducibilità elettrica, ossigeno disciolto, nitrati, ione ammonio);
- il tipo di strumento utilizzato;
- l'unità di misura utilizzata;
- la grandezza misurata;
- la data della misura.

#### 2.4.2.6 Etichettatura dei contenitori

I contenitori utilizzati dovranno essere contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo con sopra riportate le seguenti informazioni:

- sigla identificativa del pozzo o del piezometro;
- profondità di prelievo;
- data e ora del campionamento.

#### 2.4.2.7 Conservazione e spedizione

I contenitori saranno tenuti in ombra e protetti da ogni possibile contaminazione, preferibilmente in frigorifero alla temperatura di 4°C, fino alla consegna presso il laboratorio di analisi (entro 12 ore dal prelievo). Qualora la consegna avvenga a maggior distanza di tempo dal prelievo (comunque entro le 24 ore) i contenitori saranno tassativamente conservati in frigorifero.

#### 2.4.2.8 Analisi fisico-chimiche e batteriologiche di laboratorio

Si riporta di seguito l'elenco completo dei parametri indagati e le relative metodiche analitiche.

| <b>AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEE - CHI</b> |                                |             |
|--|--------------------------------|-------------|
| <b>PARAMETRO</b>                         | <b>METODICA</b>                | <b>U.M.</b> |
| Torbidità                                | APAT CNR IRSA 2110 Man 29 2003 | NTU         |
| Cloruri                                  | APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003 | mg/l        |
| Solfati                                  | APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003 | mg/l        |
| Nitriti                                  | APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003 | µg/l        |
| Nitrati                                  | APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003 | mg/l        |
| Azoto ammoniacale<br>(come NH4)          | APAT CNR IRSA 4030 Man 29 2003 | mg/l        |
| Fosforo                                  | EPA 200.7 1994                 | mg/l        |
| Calcio                                   | EPA 6010 C 2007                | mg/l        |
| Alluminio                                | EPA 6020 A 2007                | µg/l        |
| Cadmio                                   | EPA 6020 A 2007                | µg/l        |
| Cromo totale                             | EPA 6020 A 2007                | µg/l        |
| Nichel                                   | EPA 6020 A 2007                | µg/l        |
| Zinco                                    | EPA 6020 A 2007                | µg/l        |
| Rame                                     | EPA 6020A 2007                 | µg/l        |
| Arsenico                                 | EPA 6020A 2007                 | µg/l        |
| Manganese                                | EPA 6020A 2007                 | µg/l        |
| Potassio                                 | EPA 6010C 2007                 | mg/l        |

| <b>AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEE - CHI</b> |  |             |
|--|--|-------------|
| <b>PARAMETRO</b>                         | <b>METODICA</b>  | <b>U.M.</b> |
| Piombo                                   | EPA 6020A 2007   | µg/l        |
| Ferro                                    | EPA 6020A 2007   | µg/l        |
| Sodio                                    | EPA 6010C 2007   | mg/l        |
| Magnesio                                 | EPA 6010C 2007   | mg/l        |
| Idrocarburi totali                       | EPA 3510 C 1996 + EPA 3620 C 2007 +<br>EPA 8015 D 2003 | µg/l        |
| IPA                                      | EPA 3510C 1996 + EPA 3640A 1994 +<br>EPA 8270D 2007    | µg/l        |
| Tensioattivi anionici                    | APAT CNR IRSA 5170 Man 29 2003                         | mg/l        |
| Tensioattivi non ionici                  | APAT CNR IRSA 5180 Man 29 2003                         | mg/l        |
| Escherichia coli                         | APAT CNR IRSA 7030F Man 29 2003                        | ufc/100 ml  |
| Coliformi totali                         | APAT CNR IRSA 7010C Man 29 2003                        | ufc/100 ml  |
| Streptococchi fecali                     | APAT CNR IRSA 7040 Man 29 2003                         | ufc/100 ml  |

## 2.5 PROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

### 2.5.1 Ante Operam

La tabella seguente riporta in sintesi le attività di monitoraggio previste per la fase Ante Operam per le diverse tipologie di indagine.

| PUNTO   | TIPOLOGIA MISURA | FREQUENZA | PERIODO |
|---------|------------------|-----------|---------|
| SORG 04 | POR + CHI        | 4 volte   | 6 mesi  |
| PIEZ 04 | LIV + CHI        | 4 volte   | 6 mesi  |
| PIEZ 05 | LIV + CHI        | 4 volte   | 6 mesi  |
| PIEZ 06 | LIV + CHI        | 4 volte   | 6 mesi  |
| PIEZ 07 | LIV + CHI        | 4 volte   | 6 mesi  |
| PIEZ 14 | LIV + CHI        | 4 volte   | 6 mesi  |
| PIEZ 15 | LIV + CHI        | 4 volte   | 6 mesi  |
| PIEZ 16 | LIV + CHI        | 4 volte   | 6 mesi  |
| POZ 04  | LIV + IDR + CHI  | 4 volte   | 6 mesi  |
| POZ 05  | LIV + IDR + CHI  | 4 volte   | 6 mesi  |
| POZ 06  | LIV + IDR + CHI  | 4 volte   | 6 mesi  |
| POZ 07  | LIV + IDR + CHI  | 4 volte   | 6 mesi  |
| POZ 08  | LIV + IDR + CHI  | 4 volte   | 6 mesi  |

### 2.5.2 Corso d'Opera

La tabella seguente riporta in sintesi le attività di monitoraggio previste per la fase Corso d'Opera per le diverse tipologie di indagine.

| PUNTO   | TIPOLOGIA MISURA | FREQUENZA   | PERIODO |
|---------|------------------|-------------|---------|
| SORG 04 | POR + CHI        | Trimestrale | 30 mesi |
| PIEZ 04 | LIV + CHI        | Trimestrale | 30 mesi |
| PIEZ 05 | LIV + CHI        | Trimestrale | 30 mesi |
| PIEZ 06 | LIV + CHI        | Trimestrale | 30 mesi |
| PIEZ 07 | LIV + CHI        | Trimestrale | 30 mesi |
| PIEZ 14 | LIV + CHI        | Trimestrale | 30 mesi |
| PIEZ 15 | LIV + CHI        | Trimestrale | 30 mesi |
| PIEZ 16 | LIV + CHI        | Trimestrale | 30 mesi |
| POZ 04  | LIV + IDR + CHI  | Trimestrale | 30 mesi |
| POZ 05  | LIV + IDR + CHI  | Trimestrale | 30 mesi |
| POZ 06  | LIV + IDR + CHI  | Trimestrale | 30 mesi |
| POZ 07  | LIV + IDR + CHI  | Trimestrale | 30 mesi |
| POZ 08  | LIV + IDR + CHI  | Trimestrale | 30 mesi |

### 2.5.3 Post Operam

La tabella seguente riporta in sintesi le attività di monitoraggio previste per la fase Post Operam per le diverse tipologie di indagine.

| PUNTO   | TIPOLOGIA MISURA | FREQUENZA | PERIODO |
|---------|------------------|-----------|---------|
| SORG 04 | POR              | 4 volte   | 6 mesi  |
|         | LIV              | 4 volte   | 6 mesi  |
| PIEZ 05 | LIV              | 4 volte   | 6 mesi  |

| PUNTO   | TIPOLOGIA MISURA | FREQUENZA | PERIODO |
|---------|------------------|-----------|---------|
| PIEZ 06 | LIV              | 4 volte   | 6 mesi  |
| PIEZ 07 | LIV              | 4 volte   | 6 mesi  |
| PIEZ 14 | LIV              | 4 volte   | 6 mesi  |
| PIEZ 15 | LIV              | 4 volte   | 6 mesi  |
| PIEZ 16 | LIV              | 4 volte   | 6 mesi  |
| POZ 04  | LIV + IDR        | 4 volte   | 6 mesi  |
| POZ 05  | LIV + IDR        | 4 volte   | 6 mesi  |
| POZ 06  | LIV + IDR        | 4 volte   | 6 mesi  |
| POZ 07  | LIV + IDR        | 4 volte   | 6 mesi  |
| POZ 08  | LIV + IDR        | 4 volte   | 6 mesi  |