

INDICE

1. PREMESSA	2
2. DESCRIZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO	3
2.1 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE	3
2.2 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE	4
3. PUNTI DI MONITORAGGIO	7
4. INQUADRAMENTO METODOLOGICO	10
4.1 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI	10
4.2 INDIVIDUAZIONE DEI LIMITI DI LEGGE E DEFINIZIONE DELLE ANOMALIE	13
4.3 STRUMENTAZIONE	18
5. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE	20
6. RISULTATI OTTENUTI	25
6.1 PARAMETRI IN SITU	26
6.2 PARAMETRI DI LABORATORIO	28
7. CONCLUSIONI	34

1.PREMESSA

Il presente documento illustra le attività di monitoraggio della componente ambientale “Ambiente Idrico Sotterraneo” svolte per la fase di **Corso d’Opera 2011**.

Le attività rientrano nell’ambito del Progetto di Monitoraggio Ambientale, predisposto in sede di Progetto Esecutivo del “Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed opere ad esso connesse”.

In particolare il presente documento illustra i dati relativi al **1° Lotto della Tangenziale di Varese**, che risulta compreso tra l’interconnessione con l’A8 in comune di Gazzada Schianno e lo svincolo di Vedano Olona, al confine con il comune di Varese.

Tutte le attività strumentali di rilevamento dei dati in campo, di analisi, di elaborazione dei dati relativi alle attività svolte sono state effettuate secondo quanto previsto dalla *Relazione Specialistica - componente Ambiente Idrico Sotterraneo del PMA* (Codice Documento EMAGRA00GE00000RS023B – novembre 2010) e più in generale nel rispetto della normativa nazionale ed in accordo con le pertinenti norme tecniche nazionali, regionali ed internazionali.

Il presente documento riporta le attività del Monitoraggio Ambientale di Corso d’Opera 2011 della componente Ambiente Idrico Sotterraneo, così come eseguite prendendo a riferimento la documentazione del Progetto Esecutivo, in particolare per quanto riguarda gli elaborati grafici (ortofoto e stralci planimetrici) e i riferimenti sul tracciato (progressive chilometriche, tipologico tracciato etc.).

2. DESCRIZIONE DELLE AREE DI MONITORAGGIO

Nell'ambito del monitoraggio della componente Ambiente idrico sotterraneo, o più comunemente denominata "Acque sotterranee", sono state individuate le aree più soggette a potenziali fenomeni di inquinamento ovvero:

- aree che presentano caratteristiche geologiche ed idrogeologiche che potrebbero determinare la migrazione e la propagazione di eventuali inquinanti nel primo acquifero (acquifero libero principale);
- aree che presentano elevata vulnerabilità dell'acquifero libero principale;
- aree interessate da lavorazioni che potrebbero interferire con la falda.

Nel paragrafo successivo si descrivono le caratteristiche geologiche del tracciato per le tratta in oggetto.

2.1 Caratteristiche geologiche

Il tracciato della **tangenziale di Varese**, si estende lungo l'area pedemontana, a ridosso dell'arco prealpino lombardo, nella provincia di Varese.

Il tracciato della tangenziale di Varese si inserisce nella zona di transizione tra l'alta pianura terrazzata lombarda e l'area collinare, a ridosso dei primi rilievi prealpini, comunemente chiamata pedemontana, in un contesto geologico abbastanza variegato, costituita superficialmente dai sedimenti glaciali pleistocenici dell'anfiteatro del Verbano e dai corrispettivi sedimenti fluvioglaciali, e dal basamento roccioso pre-quadernario costituito dalla "Gonfolite".

I sedimenti di natura fluviale occupano gli attuali letti dei corsi d'acqua e le aree pianeggianti adiacenti, mentre quelli di natura glaciale occupano le aree morfologicamente più rilevate, costituenti i cordoni morenici.

Il substrato roccioso pre-quadernario è collocato a profondità variabili, affiora limitatamente lungo alcune scarpate ed incisioni fluviali.

I terreni sono stati classificati secondo il principio delle Alloformazioni.

Data l'intensa urbanizzazione dell'area, le diffuse coperture vegetazionali e lo sfruttamento agricolo delle pianure, gli affioramenti di terreno naturale sono molto scarsi. La tangenziale di Varese attraversa le seguenti unità allostratigrafiche, riportate nella carta e nei profili geologici a cui si rimanda per una più facile consultazione:

- DEPOSITI QUATERNARI
 - *Unità Postglaciale:*
 - *Allogruppo di Besnate*
 - *Alloformazione di Albusciago*
 - *Alloformazione di Albizzate*
 - *Alloformazione di Morazzone Inferiore*
 - *Formazione di Castronno*

- *Formazione Ceppo della Bevera*
- *Allogruppo di Vengono*
- *Alloformazione di Vivirolo*
- SUBSTRATO ROCCIOSO
 - Arenarie del Gurone (Gonfolite)

Per il tratto in cui l'opera interesserà l'ammasso roccioso, ovvero la Galleria Morazzone, si può escludere la presenza di lineamenti tettonici di rilevanza regionale, saranno presenti eventualmente solo fasce di conglomerato ed arenarie più fratturate, alterate e meno cementate, legate a piccole faglie locali.

Dal punto di vista geomorfologico l'area in esame risulta articolata in porzioni pianeggianti e collinari, caratterizzate dalla presenza di depressioni vallive più o meno pronunciate, colmate da depositi alluvionali.

I principali agenti che hanno prodotto la conformazione geomorfologica attuale, sono stati i ghiacciai e le acque correnti superficiali, che si sono alternati nelle diverse fasi di espansione e ritiro glaciale, legati all'anfiteatro morenico del Verbano, e i corsi d'acqua che hanno formato i diversi terrazzi fluviali.

Gli elementi geomorfologici principali sono descritti di seguito:

- Pianura alluvionale recente: occupa il fondovalle dove scorre il principale corso d'acqua della zona, il Fiume Olona. È caratterizzata da superfici pianeggianti, con debole inclinazione verso il corso d'acqua. È presente nel settore orientale dell'area analizzata.
- Terrazzi fluviali: sono forme generate dall'azione fluviale, sono distinti in recenti, medi ed antichi in funzione del livello a cui si pongono, dal più recente al più antico. Sono testimonianze dei livelli occupati dalla pianura alluvionale nelle diverse epoche.
- Cordone morenico: sono forme di origine glaciale originate dalle lingue glaciali provenienti dal ghiacciaio del Verbano all'inizio del Pleistocene Superiore. Questi costituiscono allineamenti con direzione circa NO-SE, ed un complesso sistema di rilievi a morfologia dolce con sviluppo planimetrico allungato. Sono suddivisi anch'essi in recente, intermedi ed antico in funzione dell'episodio glaciale che li ha formati. Alcuni di essi, quelli più antichi ed elevati, sono "sostenuti" dal basamento roccioso, come ad esempio quello sul quale sorge l'abitato di Morazzone, interessato dall'omonima galleria.
- Piana intramorenica: sono aree pianeggianti costituite da una conca tardoglaciale, colmata anche da depositi di origine lacustre limosi e argillosi. Si tratta di un'area a morfologia depressa in cui al termine dell'ultima glaciazione wurmiana si raccolsero le acque ed i materiali derivanti dalla fusione del lembo più occidentale del ghiacciaio.

Nell'area analizzata non vi sono zone inserite nelle Carte inventario dei fenomeni franosi - Censimento dei dissesti della Regione Lombardia (Direzione Territorio ed Urbanistica).

2.2 Caratteristiche idrogeologiche

A scala regionale la struttura idrogeologica dell'acque sotterranee nota in letteratura è costituita dai seguenti livelli:

- Primo acquifero: si tratta della prima falda che si incontra dal piano campagna, prevalentemente di tipo freatico, raramente di tipo confinato, ospitata nei terreni ghiaioso sabbiosi soprastanti i conglomerati fluviali e fluvioglaciali (il “ceppo”);
- Secondo acquifero: fa parte degli acquiferi genericamente denominati “Acquiferi Profondi”, costituito da una falda di tipo confinata, ospitata nei depositi prevalentemente argilloso limosi dell'unità Villafranchiano posti al di sotto dei conglomerati (ceppo). Il tetto impermeabile è costituito da livelli impermeabile arealmente molto esteso e di notevole spessore, anche se con geometrie spesso irregolari.

L'alimentazione di tali falde avviene normalmente a monte dai settori settentrionali. Si tratta di falde solitamente potenti alcune decine di metri, dotate di una buona ricarica grazie al vasto bacino di alimentazione ed alla permeabilità medio alta dei depositi che la ospitano.

Lungo il tracciato del **1° Lotto della Tangenziale di Varese**, sono stati individuati i seguenti complessi idrogeologici:

- *Complesso Ghiaioso-sabbioso:*
- *Complesso ghiaioso – sabbioso alterato:*
- *Complesso del “Ceppo”:*
- *Complesso limoso argilloso:*
- *Complesso della Gonfolite Lombarda*

Il sistema idrogeologico risulta separato in due settori, quello occidentale della piana di Gazzada, e quello orientale della piana di Lozza.

Nella piana di Gazzada ha sede il complesso ghiaioso sabbioso che si appoggia direttamente sul substrato roccioso, posto a notevole profondità, maggiori di 70m dal piano campagna. È stata rilevata la presenza di una falda libera rilevante, tanto che in questa area è sfruttata da alcuni pozzi per acqua ad uso idropotabile, con portate di emungimento di alcune decine di litri al secondo ciascuno.

Nel settore della piana di Lozza è presente il complesso ghiaioso sabbioso, alla base del quale si trova il complesso limoso argilloso che a sua volta si appoggia sul substrato roccioso posto a notevole profondità. Anche in questo settore è presente una falda superficiale rilevante, sfruttata anche da alcuni pozzi per acqua ad uso idropotabile ed industriale.

L'assetto piezometrico individuato è stato rappresentato mediante le linee isopiezometriche riportate nella carta idrogeologica, alla quale si rimanda per maggiori dettagli.

Gli elementi più evidenti ed importanti nell'area sono lo spartiacque di Morazzone, e l'asse drenante del Fiume Olona nella piana di Lozza.

Lo spartiacque di Morazzone è costituito dall'alto morfologico del substrato roccioso, e separa il sistema idrogeologico nei due settori della Piana di Gazzada ad Ovest e della piana di Lozza ad Est.

Nella piana di Gazzada non vi sono presenti aste fluviali od elementi drenanti rilevanti, la falda presenta una direzione di flusso verso Nord Ovest con pendenze variabili, da elevate (10% circa) a molto blande (< 1%

circa). La soggiacenza del livello piezometrico è di norma di pochi metri da piano campagna, con valori compresi tra 1 e 10 m dal p.c..

Nella zona sono presenti alcuni pozzi per acqua ad uso idropotabile, evidenziati nella carta idrogeologica, che distano dal tracciato in progetto alcune centinaia di metri. Dall'analisi della direzione di flusso sotterranea, ed in considerazione della distanza di tali pozzi, si ritiene che le opere in progetto, ivi compresa la galleria Morazzone che rappresenta un elemento drenante e quindi di potenziale alterazione dell'equilibrio idrodinamico dell'area, non interferiscano con le attività produttive di tali pozzi.

Nella piana di Lozza è presente dall'asta fluviale del Fiume Olona, che costituisce oltre al fondovalle morfologico, anche un elemento drenante delle acque sotterranee. Le linee isoipse mostrano come le direzioni di flusso sotterraneo convergano lungo il Fiume Olona.

In questa area la falda presenta pendenze molto blande, ed una soggiacenza limitata a pochi metri, talora subaffiorante a piano campagna.

In generale quindi, la progettazione delle fondazioni delle opere all'aperto e di quelle in sottoterraneo, dovrà tenere conto della presenza della falda acquifera. Anche la Galleria Morazzone, seppur scavata prevalentemente nel substrato roccioso, dovrà prevedere la presenza di venute d'acqua concentrate, lungo tutto il suo sviluppo, in corrispondenza dell'attraversamento di fasce più fratturate ed alterate.

3. PUNTI DI MONITORAGGIO

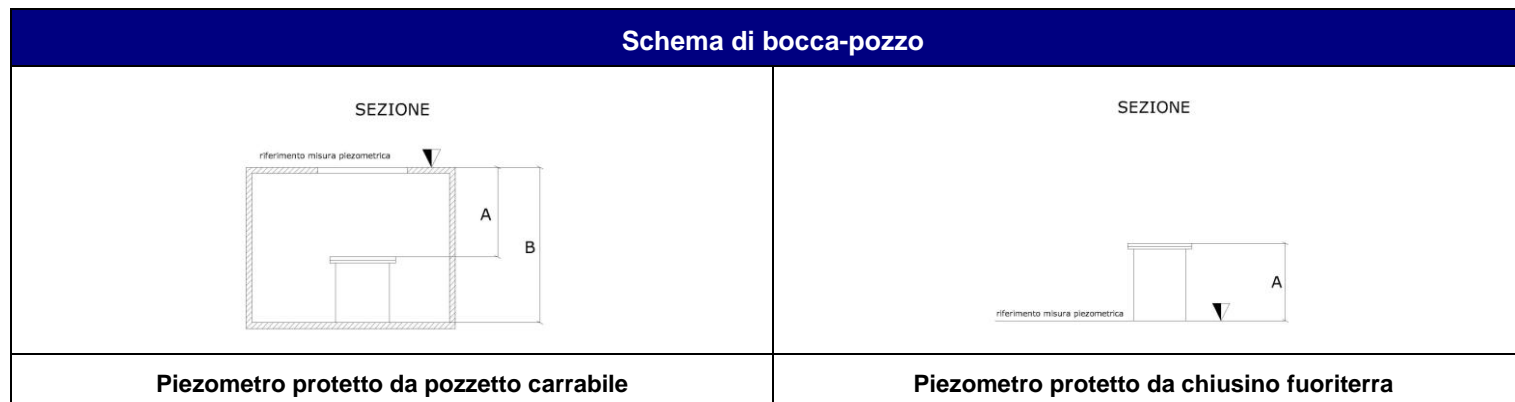
Nella tabella successiva vengono elencati i ricettori che sono stati oggetto di monitoraggio ambientale per la fase di Corso d'Opera 2011. Nella tabella vengono inoltre indicate le caratteristiche del piezometro, il cui schema di dettaglio è riportato nella tabella alla pagina successiva.

Codifica	Comune	Provincia	Tipo bocca-pozzo	A cm da p.c.	B cm da p.c.	Numero rilievo CO 2011	Data rilievo	Tipologia di misura	Note
PIM-MR-01	Morazzone	VA	protetto da pozzetto carrabile	-10	-30	1	26/05/2011	Gruppo 1, Gruppo 2	-
						2	21/10/2011	Gruppo 1, Gruppo 2, Gruppo 3	
PIV-GS-01	Gazzada Schianno	VA	protetto da pozzetto carrabile	-10	-30	1	26/05/2011	Gruppo 1, Gruppo 2	-
						2	21/10/2011	Gruppo 1, Gruppo 2, Gruppo 3	
PIC-MR-01	Morazzone	VA	chiusino fuori terra	36	-	1	26/05/2011	Gruppo 1, Gruppo 2	-
						2	21/10/2011	Gruppo 1, Gruppo 2, Gruppo 3	
PIM-MR-02	Morazzone	VA	chiusino fuori terra	34	-	1	20/10/2011	Gruppo 1, Gruppo 2	-
PIV-GS-02	Gazzada Schianno	VA	chiusino fuori terra	40	-	1	20/10/2011	Gruppo 1, Gruppo 2	-

Tab. 3/B – Punti di monitoraggio coinvolti nel monitoraggio ambientale Corso d'Opera anno 2011.

Si segnala che per i punti PIM-V-LZ-01 non sono state eseguite campagne di monitoraggio di Corso d'Opera nell'anno 2011 poiché nel periodo in esame non si sono riscontrate attività che possano essere considerate in qualche modo impattanti per la coppia in esame. La coppia verrà monitorata con maggior approfondimento nel momento in cui verranno aperti i cantieri del Fal (Fronte avanzamento lavori) in corrispondenza della trincea e della galleria artificiale del tracciato principale dell'opera che intercettano la falda oggetto di monitoraggio.

I piezometri installati sono protetti con pozzetto carrabile o chiusino fuori terra. Di seguito vengono illustrate gli schemi di bocca-pozzo dei piezometri installati.



Tab. 3/A – Schema di bocca-pozzo

Si segnala inoltre che nell'anno 2011, alla luce dei risultati ottenuti nel monitoraggio di AO, ARPA ha richiesto alcuni approfondimenti alla luce delle considerazioni riportate nell'Istruttoria tecnica – Piano di Monitoraggio Ambientale – ACQUE SOTTERRANEE – Risultati Monitoraggio Ante Operam (Gennaio 2011). Tale richiesta è stata effettuata da Arpa con nota del ST prot. N. 13593 del 31/01/2011. Nella tabella successiva sono riportate le campagne di integrazione dei dai di Ante Operam eseguite nell'anno 2011. Per il dettaglio dei risultati ottenuti si rimanda alla relazione di monitoraggio ambientale Ante Operam emissione B integrata con le istruttorie Arpa.

Codifica	Comune	Provincia	Tipo bocca-pozzo	A cm da p.c.	B cm da p.c.	Numero rilievo AO 2011	Data rilievo	Tipologia di misura	Note
PIM-MR-01	Morazzone	VA	protetto da pozzetto carrabile	-10	-30	1	17/02/2011	Gruppo1, Gruppo2, Gruppo3, Gruppo4	-
PIV-GS-01	Gazzada Schianno	VA	protetto da pozzetto carrabile	-10	-30	1	17/02/2011	Gruppo1, Gruppo2, Gruppo3, Gruppo4	-
PIM-MR-02	Morazzone	VA	chiusino fuori terra	34	-	1	17/02/2011	Gruppo1, Gruppo2, Gruppo3, Gruppo4	-
PIV-GS-02	Gazzada Schianno	VA	chiusino fuori terra	40	-	1	17/02/2011	Gruppo1, Gruppo2, Gruppo3, Gruppo4	-
PIM-LZ-01	Lozza	VA	protetto da pozzetto carrabile	-10	-28	1	14/02/2011	Gruppo1, Gruppo2, Gruppo3, Gruppo4	-
PIV-LZ-01	Lozza	VA	chiusino fuori terra	38		1	14/02/2011	Gruppo1, Gruppo2, Gruppo3, Gruppo4	-

Tab. 3/C – Dettaglio misure integrative di AO eseguite nell'anno 2011.

4. INQUADRAMENTO METEODOLOGICO

4.1 Definizione dei parametri

Le misure per la componente in esame sono state svolte secondo le metodiche descritte nella relazione specialistica (Codice Documento EMAGRA00GE00000RS023B) e nella relazione di sintesi (Codice Documento EMAGRA00GE00000RG002B - novembre 2010) del Progetto Esecutivo.

Il monitoraggio della componente Ambiente Idrico Sotterraneo viene eseguito sia tramite misurazioni di parametri in situ sia attraverso il prelievo di campioni di acqua per le misure di laboratorio.

In corrispondenza di ciascuna interferenza vengono monitorati contestualmente due punti di monitoraggio posizionati idrologicamente a monte e a valle dell'interferenza.

Per l'analisi di laboratorio e le modalità di prelievo si fa riferimento al documento "Metodi analitici per le acque" – APAT e IRSA-CNR.

Le analisi chimiche vengono eseguite presso laboratori accreditati alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

Qualora lo ritenesse necessario, l'organo di controllo potrà procedere a campionamento e analisi contestuali alle attività di monitoraggio.

Nell'ambito delle attività di monitoraggio ante-operam vengono eseguite:

- misure in situ;
- analisi chimiche di laboratorio.

I parametri da rilevare in situ sono:

Parametro	Unità di misura	Gruppo di parametri
Livello statico	m	GRUPPO 1
Temperatura dell'aria	°C	
Temperatura dell'acqua	°C	
Ossigeno ppm	mg/l	
Ossigeno %	%	
Conducibilità	µS/cm	
pH	-	
Potenziale RedOx	mV	

Tab. 4.1/A: Definizione dei parametri In Situ – Gruppo 1

La misura del livello statico di falda deve essere effettuata prima di procedere allo spurgo del piezometro, attività propedeutica esclusivamente al recupero di un campione significativo di acqua.

Tale misura deve essere eseguita tramite una sonda elettrica o freatimetro. Prima di procedere con la misura vera e propria deve essere misurato il fondo del piezometro al fine di verificare che non siano presenti accumuli tali da alterare il livello di fondo. La misura deve inoltre essere realizzata dalla bocca del piezometro o da altro punto fisso e ben individuabile; deve quindi misurata l'altezza della bocca del

piezometro o del punto di riferimento rispetto al suolo. L'indicazione del punto di riferimento deve essere riportata sulla scheda di misura e il livello statico deve essere indicato almeno con l'approssimazione del centimetro.

Per il rilievo degli altri parametri in situ (temperatura, pH, RedOx, conducibilità e Ossigeno disciolto) si deve prelevare un campione d'acqua dopo aver effettuato le attività di spurgo.

I parametri vengono quindi misurati 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 da analizzare in laboratorio sono i seguenti:

Parametro	Unità di misura	Metodo	limite rilevabilità	Gruppo di parametri
Idrocarburi totali	µg/l	EPA 3510 C 1996 EPA 5021 A 2003 EPA 8015D 2003	9	GRUPPO 2
TOC	mg/l	UNI EN 1484:1999	100	
Tensioattivi anionici	mg/l	APAT CNR IRSA 5170 MAN 29 2003	0,05	
Tensioattivi non ionici	mg/l	UNI 10511-2:1996	0,03	
Cromo totale	mg/l	EPA 200.8 1994	5	
Cromo VI*	µg/l	APAT CNR IRSA 3150 MAN 29 2003	1	
Ferro	µg/l	UNI EN ISO 11885:2000	50	
Alluminio	µg/l	EPA 200.8 1994	5	
Nichel	µg/l	EPA 200.8 1994	2	
Zinco	µg/l	EPA 200.8 1994	5	
Piombo	µg/l	EPA 200.8 1994	2	
Cadmio	µg/l	EPA 200.8 1994	0,5	
Arsenico	µg/l	EPA 200.8 1994	1	
Manganese	µg/l	UNI EN ISO 11885:2000	10	
Rame	µg/l	EPA 200.8 1994	1,9	

Tab. 4.1/B: Definizione dei parametri di laboratorio – Gruppo 2 e Gruppo 3

Nel caso in cui la misura della conducibilità (parametro del Gruppo 1) in CO restituisce differenze monte/valle tra i valori indicizzati del parametro maggiori di 1, è necessario effettuare un nuovo campionamento destinato all'analisi dei seguenti parametri integrativi (GRUPPO 4) che, trattandosi di ioni, sono utili indicatori della qualità dell'acqua.

Parametro	Unità di misura	Metodo	limite rilevabilità	Gruppo di parametri
Calcio	mg/l	UNI EN ISO 11885:2000	0,1	GRUPPO 4
Sodio	mg/l	UNI EN ISO 11885:2000	0,1	
Magnesio	mg/l	UNI EN ISO 11885:2000	0,05	
Potassio	mg/l	UNI EN ISO 11885:2000	0,05	
Nitrati	mg/l	UNI EN ISO 10304-1:2009	2,2	
Cloruri	mg/l	UNI EN ISO 10304-1:2009	2,5	
Solfati	mg/l	UNI EN ISO 10304-1:2009	2,5	

Tab. 4.1/C: Definizione dei parametri di laboratorio aggiuntivi – Gruppo 4

Si precisa che i limiti di rilevabilità riportati in tabella sono quelli per il MA AO e per i rilievi di CO ad oggi utilizzati. Tali limiti possono essere soggetti a variazioni in quanto soggetti a verifica e dipendenti dalle performance strumentali e della prestazione del metodo.

Il campionamento consiste nel prelevamento di acque sotterranee in quantità tali che le proprietà misurate nel campione prelevato siano rappresentative della massa di origine (ovvero del corpo idrico in un intorno del piezometro).

Al fine delle analisi di laboratorio le acque presenti nel piezometro, in condizioni statiche, non sono rappresentative di quelle presenti nell'acquifero: è necessario pertanto eliminare l'acqua di ristagno, gli eventuali depositi accumulatisi tra un prelievo e l'altro e le varie impurità introdotte dall'esterno. Preliminarmente alle operazioni di spurgo viene comunque effettuata la verifica della presenza di liquidi in galleggiamento o sul fondo all'interno del pozzo, la misurazione del livello statico e dei parametri in situ.

Un'accurata procedura di spurgo è funzione anche delle caratteristiche idrauliche del pozzo e della produttività dell'acquifero.

Il pompaggio dell'acqua non deve in ogni caso provocare un richiamo improvviso, con brusche cadute di acqua all'interno della colonna, altrimenti si possono verificare perdite di sostanze volatili e fenomeni di intorbidimento e agitazione.

Per appurare l'efficienza dello spurgo e per un controllo della stabilità e della qualità dei campioni è necessario effettuare, in tempi diversi, delle determinazioni analitiche dei parametri in situ (pH, temperatura, conducibilità elettrica specifica, potenziale RedOx e Ossigeno disciolto).

Le apparecchiature utilizzate nella procedura di spurgo e nella fase di campionamento devono essere sempre accuratamente controllate e decontaminate passando da un sito all'altro.

Per le operazioni di spurgo vengono adottati i criteri di seguito esposti:

- *numero di volumi dell'acqua del pozzo*: con questo termine si intende il volume di acqua che è presente al di sopra dei filtri, essendo quella sottostante in grado di interagire con l'acquifero. La norma ISO 5667-11 prevede uno spurgo di un volume minimo pari a 4 e 6 volte il volume dell'acqua del pozzo; si ritiene comunque sufficiente effettuare uno spurgo di un volume pari a 3/5 volte;
- *stabilizzazione di indicatori idrochimici*: con questo termine si intendono parametri quali la temperatura, il pH, la conducibilità elettrica e il potenziale di ossidoriduzione che vengono determinati prima dell'inizio e durante le operazioni di spurgo. E' possibile effettuare il prelievo di acqua solo quando questi parametri sono stabilizzati su valori pressoché costanti;
- *analisi di serie idrochimiche temporali, adottate su monitoraggi di lungo periodo*: questo metodo prevede il prelievo di acque durante il pompaggio secondo una cadenza temporale ben precisa in corrispondenza di 1, 2, 4 e 6 volte il volume del pozzo. Successivamente vengono eseguite analisi sui parametri idrochimici precedentemente indicati e su altri composti ed elementi di interesse più immediato per l'area di studio. E' 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.

Il campione prelevato, per essere rappresentativo delle caratteristiche delle acque sotterranee, non deve essere alterato da reazioni chimico-fisiche conseguenti all'azione stessa di campionamento.

Il prelievo del campione avviene, dopo idoneo spurgo, tramite pompa sommersa.

4.2 Individuazione dei limiti di legge e definizione delle anomalie

I valori rilevati dal monitoraggio vengono valutati tramite il confronto con i valori soglia relativi alla definizione di buono stato chimico del corpo idrico sotterraneo secondo il D.Lgs. n. 30/2009 (Allegato 3 – Parte A – Tabella 3), per una caratterizzazione dello stato qualitativo dello stesso, e con la normativa vigente di riferimento per le concentrazioni soglia di contaminazione nelle acque sotterranee secondo il D. Lgs. n. 152/06 (Parte IV, Titolo V, Allegato 5, Tabella 2).

Di seguito si riportano i valori soglia relativi ai relativi ai due Decreti. Per le soglie di contaminazione delle Acque Sotterranee si fa riferimento al D. Lgs. n. 152/06., così come riportato nelle tabelle dei risultati.

Gruppo	Parametro	Unità di misura	Concentrazione soglia di contaminazione		Caratterizzazione dello stato qualitativo	
			Normativa di riferimento	Limite di legge	Normativa di riferimento	Limite di legge
GRUPPO 1	Livello statico*	m	D.Lgs. 152/06	-	D. Lgs. 30/09	
	Temperatura dell'aria	°C	D.Lgs. 152/06	-	D. Lgs. 30/09	
	Temperatura dell'acqua	°C	D.Lgs. 152/06	-	D. Lgs. 30/09	
	Ossigeno ppm	mg/l	D.Lgs. 152/06	-	D. Lgs. 30/09	
	Ossigeno %	%	D.Lgs. 152/06	-	D. Lgs. 30/09	
	Conducibilità	µS/cm	D.Lgs. 152/06	-	D. Lgs. 30/09	
	pH	-	D.Lgs. 152/06	-	D. Lgs. 30/09	
	Potenziale RedOx	mV	D.Lgs. 152/06	-	D. Lgs. 30/09	
GRUPPO2	Idrocarburi totali	µg/l	D.Lgs. 152/06	350	D. Lgs. 30/09	350
	TOC	mg/l	D.Lgs. 152/06	-	D. Lgs. 30/09	
	Tensioattivi anionici	mg/l	D.Lgs. 152/06	-	D. Lgs. 30/09	
	Tensioattivi non ionici	mg/l	D.Lgs. 152/06	-	D. Lgs. 30/09	
	Cromo totale	mg/l	D.Lgs. 152/06	0,05	D. Lgs. 30/09	0,05
	Cromo VI	µg/l	D.Lgs. 152/06	5	D. Lgs. 30/09	5
	Ferro	µg/l	D.Lgs. 152/06	200	D. Lgs. 30/09	
	Alluminio	µg/l	D.Lgs. 152/06	200	D. Lgs. 30/09	
GRUPPO 3	Nichel	µg/l	D.Lgs. 152/06	20	D. Lgs. 30/09	20
	Zinco	µg/l	D.Lgs. 152/06	3000	D. Lgs. 30/09	
	Piombo	µg/l	D.Lgs. 152/06	10	D. Lgs. 30/09	10
	Cadmio	µg/l	D.Lgs. 152/06	5	D. Lgs. 30/09	5
	Arsenico	µg/l	D.Lgs. 152/06	10	D. Lgs. 30/09	10
	Manganese	µg/l	D.Lgs. 152/06	50	D. Lgs. 30/09	
	Rame	µg/l	D.Lgs. 152/06	1000	D. Lgs. 30/09	
GRUPPO 4	Calcio	mg/l	D.Lgs. 152/06	-	D. Lgs. 30/09	
	Sodio	mg/l	D.Lgs. 152/06	-	D. Lgs. 30/09	
	Magnesio	mg/l	D.Lgs. 152/06	-	D. Lgs. 30/09	
	Potassio	mg/l	D.Lgs. 152/06	-	D. Lgs. 30/09	
	Nitrati	mg/l	D.Lgs. 152/06	-	D. Lgs. 30/09	
	Cloruri	mg/l	D.Lgs. 152/06	-	D. Lgs. 30/09	250
	Solfati	mg/l	D.Lgs. 152/06	250	D. Lgs. 30/09	250

Tab. 4.2/A: Definizione dei limiti di legge per la contaminazione delle acque e caratterizzazione dello stato qualitativo del corpo idrico.

Al fine di valutare eventuali alterazioni nei corpi idrici sotterranei è stato previsto, per tale componente, di procedere utilizzando il criterio di confronto monte-valle.

Per l'analisi di laboratorio e le modalità di prelievo si fa riferimento al documento "Metodi analitici per le acque" – APAT e IRSA-CNR.

Il metodo utilizzato per l'analisi dei dati prevede:

- accettazione dei dati;
- normalizzazione del giudizio di qualità ambientale attraverso le curve VIP (Valore Indicizzato del Parametro) si vedano le curve per la normalizzazione del dato di seguito riportate;
- valutazione di soglie di attenzione e allarme.

Per ciascun parametro monitorato per il quale è previsto l'utilizzo del metodo VIP, si è proceduto, per la valutazione degli impatti, con l'assegnazione di un giudizio di qualità sotto forma di un indice (VIP ovvero Valore Indicizzato del Parametro) compreso tra 0 e 10.

Per i parametri Livello statico, Temperatura, Ossigeno, potenziale Redox, Tensioattivi anionici e non ionici, Cromo IV e per i parametri dei gruppi 3 e 4 non è previsto l'utilizzo di tale metodo.

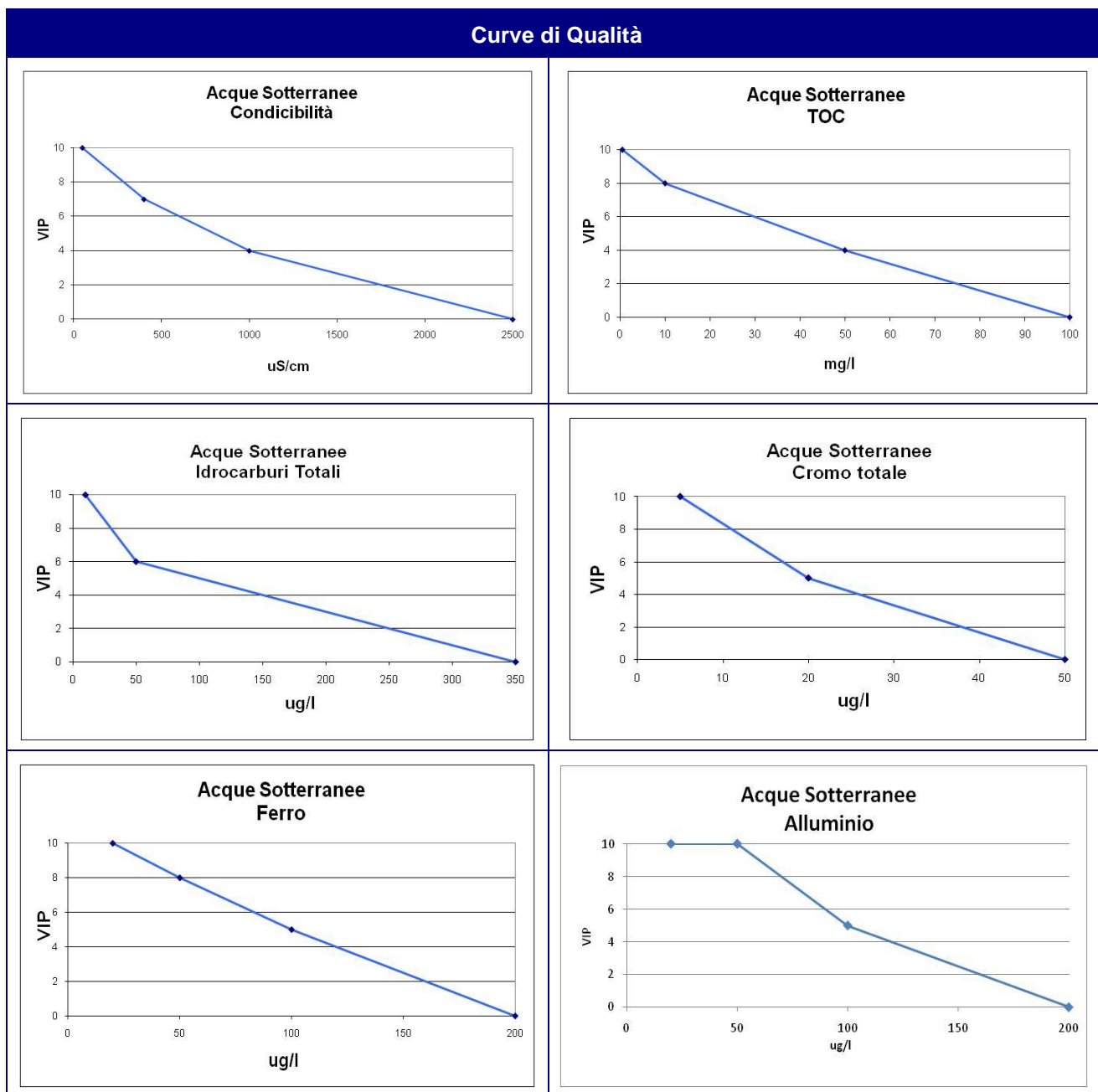
Al valore VIP=0 viene convenzionalmente assegnato il significato di qualità ambientale pessima mentre a VIP =10 corrisponde a un giudizio di qualità ambientale ottimale.

Si tratta di una normalizzazione del dato originale attraverso curve-funzione che permettono la trasformazione del dato ambientale rilevato in un Valore Indicizzato del Parametro, consentendo così un'analisi più agevole di ogni parametro misurato grazie alla disponibilità della stessa scala di riferimento (tra 0 e 10).

Di seguito si riportano, per ciascun parametro monitorato ad eccezione dei parametri detti, le curve che verranno utilizzate; tali curve sono quelle fornite dal Supporto Tecnico e sono state costruite sulla base dei dati derivanti da altre esperienze di monitoraggio delle acque sotterranee legate alla costruzione di grandi opere in Lombardia.

Per la descrizione dettagliata della procedura di individuazione delle curve limite si rimanda ai documenti condivisi col ST:

- *Metodo di analisi e valutazione dei dati di monitoraggio – Fase Corso d'opera – Componente ACQUE SOTTERRANEE – Settembre 2010*



Tab. 4.2/B: Definizione delle Curve di qualità per le acque sotterranee.

Allo scopo di individuare eventuali pressioni ed impatti esercitati sulla componente in oggetto, sono stati definiti opportuni “valori soglia”.

Si precisa che il superamento di tali soglie non deve essere considerato come prova certa di un impatto ma come una segnalazione della possibilità che si verifichino alterazioni ambientali e quindi della necessità di

approfondimenti delle indagini, mediante le quali escludere la presenza di un impatto oppure confermare la situazione di possibile inquinamento (soglia di attenzione) o di inquinamento in corso (soglia di allarme).

Il livello di riferimento viene individuato nei valori misurati a monte delle lavorazioni previste. La misura dei parametri di monte e di valle deve avvenire nello stesso giorno, in modo pressoché isocrono.

Si ritiene che il confronto con il valore di monte sia più rappresentativo del confronto con eventuali valori misurati nello stesso sito di valle, ad esempio in Ante Operam; tale scelta consente inoltre di ovviare a problemi di confrontabilità dei dati legati alla stagionalità, così come previsto dal MA.

I valori VIP di monte e di valle, distribuiti su una scala tra 0 (qualità ambientale pessima) e 10 (qualità ambientale ottimale), vengono quindi utilizzati per calcolare la differenza $VIP_{Monte} - VIP_{Valle}$. In condizioni normali tale differenza dovrebbe essere nulla, ovvero oscillare di poco intorno allo 0, vista la relativa poca distanza tra la stazione di monte e quella di valle. Valori elevati della differenza indicano invece la presenza di una situazione di degrado.

Le soglie di attenzione e allarme sono così definite:

- **soglia di attenzione:** valore della differenza ($VIP_{Monte} - VIP_{Valle}$) compreso tra 1 e 2;
- **soglia di intervento:** valore della differenza ($VIP_{Monte} - VIP_{Valle}$) maggiore di 2;

Nell'eventualità in cui la differenza $VIP_{Monte} - VIP_{Valle}$ risulti negativa, per valori fino a -1 si può ritenere che ciò possa essere dovuto alla normale variabilità analitica; per valori inferiori a -1 (anomalia di rilievo) si deve ritenere che ci siano valori indicizzati del parametro inferiori nel punto di monte rispetto al punto di valle.

Il superamento dei livelli di ciascuna delle due soglie determina l'apertura di un'anomalia, dando origine ad una serie di azioni successive e in funzione del grado rischio di impatto che viene assegnato alle soglie stesse.

Le azioni correttive conseguenti il superamento delle soglie sono dettagliate nel documento *Metodo di analisi e valutazione dei dati di monitoraggio – Fase Corso d'opera – Componente ACQUE SOTTERRANEE* – Settembre 2010 già precedentemente citato.

Per il parametro pH non viene utilizzata la curva di qualità per ricavare il VIP, il valore di $VIP_{Monte} - VIP_{Valle}$ viene definito come la differenza tra i valori di pH di Monte e di Valle; si considera superata la soglia di intervento qualora si abbia una variazione tra monte e valle di una unità di pH ($\Delta pH > 1$).

Per il parametro Conducibilità, qualora il ΔVIP risultasse > 1 , occorre procedere con un ulteriore campionamento finalizzato all'analisi dei seguenti parametri integrativi: Calcio, Sodio, Magnesio, Potassio, Nitrati, cloruri, Tensioattivi anionici e non ionici, Nichel, Zinco, Piombo, Cadmio, Cromo (come Cr VI da quantificare in presenza di Cr totale), Arsenico, Manganese e Rame.

La segnalazione e la gestione delle anomalie avviene attraverso il Sistema Informativo Territoriale (SIT).

4.3 Strumentazione

Si descrivono di seguito le caratteristiche minime della strumentazione utilizzata nelle attività di campo, ovvero nella misura del livello piezometrico e dei parametri in situ e nel prelievo dei campioni da inviare al laboratorio.

Determinazione del livello piezometrico

Si utilizza un freatometro (o misuratore di livello) con lunghezza almeno pari alla profondità del piezometro.

Lo strumento presenta le seguenti caratteristiche:

- cavo a quattro conduttori, con anima in kevlar e guaina esterna di protezione;
- graduazione almeno ogni centimetro e stampata a caldo (non devono essere utilizzati adesivi);
- segnalatore acustico e visivo di raggiungimento livello;
- tasto di prova;
- alimentazione con batteria.

Pompa sommergibile

La pompa sommergibile viene utilizzata nel corso delle attività in campo per lo spurgo del piezometro e per il successivo prelievo dei campioni

Per lo spurgo e per il prelievo di campioni, e quindi per il pompaggio di piccole quantità d'acqua, si deve comunque utilizzare una pompa da 3" o 2" che, utilizzando portate non elevate, evita il trascinarsi di materiale fine e quindi elimina il rischio di intorbidimento dell'acqua.

Sonda multiparametrica

Per la verifica dei parametri in situ viene utilizzata una sonda multiparametrica che consente, tramite elettrodi intercambiabili, di misurare direttamente sul terreno più parametri.

Si riportano di seguito i requisiti minimi dei sensori:

- sensore di temperatura da almeno 0 a 35 °C;
- sensore di pH da almeno 2 a 12 unità pH;
- sensore di conducibilità da almeno 0 a 100 mS/cm;
- sensore di Ossigeno disciolto da almeno 0 a 20 mg/l e da almeno 0 a 200% di saturazione;
- sensore di potenziale RedOx almeno da -999 a 999 mV;
- sistema interno di memorizzazione dati;
- alimentazione a batteria.

Contenitori per campioni

I contenitori utilizzati per i parametri inviati al laboratorio per le analisi sono provvisti di chiusura ermetica. Di seguito si elencano i contenitori che occorre usare in funzione dei diversi parametri da analizzare:

- Contenitore da 2l (vetro) per Idrocarburi
- Contenitore da 1l (vetro) per STS cloruri e solfati
- Contenitore da 1l (vetro) per Tensioattivi anionici e non anionici
- Contenitore 1l (vetro) per TOC
- Contenitore 500 ml (plastica) per metalli pesanti e restanti parametri

5. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE

Di seguito viene riportato un riepilogo delle lavorazioni effettuate con dettaglio di avanzamento trimestrale a partire da aprile 2011.

Periodo: da Aprile 2011 a Maggio 2011

BONIFICA DA ORDIGNI BELLICI: E' proseguita l'esecuzione della Bonifica da Ordigni Bellici superficiale e profonda (l'avanzamento attuale è di circa il 73%).

DISBOSCAMENTO: E' proseguito l'abbattimento alberature e rimozione ceppaie (l'avanzamento attuale è di circa l'87%).

CANTIERE OPERATIVO C.O.V1 - IMBOCCO OVEST MORAZZONE: E' in corso la formazione del piazzale.

CAMPO BASE DI LOZZA: Sono proseguite le attività di finitura e completamento dei dormitori e dei locali club e infermeria. Al 31/05/11 risultano ultimati tutti i locali.

IMBOCCO SUD GALLERIA NATURALE MORAZZONE: In data 11/05/11 è stata ultimata la paratia di pali fi 1200 da 10 a 26 m; alla data del 31/05 è stato realizzato circa il 40% della trave di testata; sono iniziati gli scavi di abbassamento.

IMBOCCO NORD GALLERIA NATURALE MORAZZONE: Sono iniziate le paratie di micropali, al 31/05/11 sono state ultimate le paratie 1 e 2 e la realizzazione della paratia principale che è circa al 13% di avanzamento. E' stata realizzata inoltre la trave di testata della paratia 2.

Periodo: da Giugno 2011 a Agosto 2011

BONIFICA DA ORDIGNI BELLICI: E' proseguita l'esecuzione della Bonifica da Ordigni Bellici superficiale e profonda.

DISBOSCAMENTO: E' proseguito l'abbattimento alberature e rimozione ceppaie.

CANTIERE OPERATIVO C.O.V1 - IMBOCCO OVEST MORAZZONE: E' proseguita la formazione del piazzale; è iniziata la posa della recinzione perimetrale e la realizzazione dei basamenti sui quali sono state posate le cabine elettriche (consegna ENEL, trasformazione e distribuzione) per l'alimentazione del cantiere operativo.

CANTIERE OPERATIVO C.O.V2 - IMBOCCO EST GN MORAZZONE: Sono stati eseguiti i basamenti di appoggio delle cabine elettriche (consegna ENEL, trasformazione e distribuzione) per l'alimentazione del cantiere operativo.

IMBOCCO SUD GALLERIA NATURALE MORAZZONE: E' stata completata la trave di testata sopra i pali fi 1200 ed è iniziata l'attività di realizzazione dei tiranti della paratia il cui avanzamento è pari all'80%. Al contempo sono proseguiti gli scavi di abbassamento con la realizzazione dello spritz delle superfici dei pali.

IMBOCCO NORD GALLERIA NATURALE MORAZZONE: Sono stati completati i micropali della paratia d'imbocco ed è stata realizzata il 40% della trave di testata di detta paratia. Sono iniziati gli scavi di abbassamento e la realizzazione dei tiranti per l'ancoraggio della paratia d'imbocco. E' stato eseguito lo spritz di protezione della scarpata della collina sovrastante la paratia d'imbocco. E' stata eseguita la trave di coronamento della paratia 1 e sono stati ultimati tutti i tiranti delle paratie 1 e 2.

MURO AD U E MURO AD U IMBOCCO NORD MORAZZONE: Sono iniziati i micropali di fondazione del muro di sostegno tipo D.

SISTEMAZIONE TORRENTE SELVAGNA: E' iniziata la realizzazione della sistemazione idraulica del ramo Nord del torrente Selvagna, parallelo alla carreggiata Ovest. E' in corso la realizzazione della briglia selettiva.

SISTEMAZIONE CORSI D'ACQUA SECONDARI: E' in corso la realizzazione della sistemazione idraulica del torrente Gazzada (imbocco Morazzone sud) limitatamente al ramo parallelo alla carreggiata Est.

Periodo: da Settembre 2011 a Dicembre 2011

BONIFICA DA ORDIGNI BELLICI: E' proseguita l'esecuzione della Bonifica da Ordigni Bellici superficiale e profonda.

DISBOSCAMENTO: E' proseguito l'abbattimento alberature e rimozione ceppaie.

CANTIERE OPERATIVO C.O.V1 - IMBOCCO OVEST MORAZZONE: E' proseguita la formazione del piazzale. E in corso la cantierizzazione del sub affidatario con l'installazione degli impianti a servizio delle lavorazioni in sotterraneo (officina, magazzino, impianto depurazione, impianto di iniezione).

IMBOCCO SUD GALLERIA NATURALE MORAZZONE: E' stata completata la paratia in pali fi 1200 e ultimato anche lo scavo fino a quota muretta dell'area dell'imbocco.

GALLERIA ARTIFICIALE MORAZZONE CARREGGIATA EST: Sono state eseguite le seguenti attività:

- assemblaggio del cassero per il getto della calotta e dei piedritti della galleria artificiale e successivamente della galleria naturale GN71;
- scavo, posa del magrone di fondazione, posa dell'armatura e getto di n° 2 conci (incluso il becco di flauto) dell'arco rovescio;
- getto delle murette sui precedenti conci di arco rovescio.

GALLERIA ARTIFICIALE MORAZZONE CARREGGIATA OVEST: E' stato assemblato il cassero per il getto della calotta e dei piedritti della galleria artificiale e successivamente della galleria naturale;

GALLERIA NATURALE MORAZZONE CARREGGIATA EST: E' iniziato il consolidamento del concio d'attacco.

SISTEMAZIONE CORSI D'ACQUA SECONDARI: Prosegue la realizzazione della sistemazione idraulica del torrente Gazzada. Sono stati eseguiti:

- il tratto del ramo 1 adiacente alla WBS DE75 (Intersvincolo di Gazzada-Morazzone rampa A);
- il tratto del ramo 2 parallelo alla galleria artificiale carreggiata est.

INTERSVINCOLO DI GAZZADA-MORAZZONE RAMPA A: E' iniziata la realizzazione dello svincolo nel tratto tra Sottopasso via Manzoni e Sottopasso intersvincolo di Gazzada. Le lavorazioni eseguite sono: scavo di sbancamento, scavo di bonifica del piano di posa, posa dell'anticapillare.

SOTTOPASSO INTERSVINCOLO DI GAZZADA RAMPA A: E' iniziata la realizzazione del sottopasso. Le lavorazioni eseguite sono:

- Scavo di sbancamento
- Infissione palancole
- Scavo a quota imposta fondazione
- Magrone di regolarizzazione del fondo scavo.

CANTIERE OPERATIVO C.O.V2 - IMBOCCO EST GN MORAZZONE :E' proseguita la formazione del piazzale e sono stati eseguiti i basamenti per l'installazione degli impianti a servizio delle lavorazioni in sotterraneo.

IMBOCCO NORD GALLERIA NATURALE MORAZZONE: E' stata completata la paratia in micropali ed è terminato lo scavo fino a quota murette della galleria artificiale dell'area dell' imbocco.

GALLERIA ARTIFICIALE MORAZZONE CARREGGIATA EST: E' iniziato l'assemblato del cassero per il getto della calotta e dei piedritti della galleria artificiale e successivamente della galleria naturale.

MURO AD U IMBOCCO NORD MORAZZONE: E' stato completato il muro singolo attiguo alla carreggiata Est. Inoltre sono stati eseguiti i micropali di sottofondazione ed il getto della fondazione del muro singolo limitrofo alla carreggiata Ovest.

SISTEMAZIONE TORRENTE SELVAGNA: Prosegue la realizzazione della sistemazione idraulica del ramo Nord, parallelo alla carreggiata Ovest con: l'esecuzione delle opere strutturali in c.a. delle briglie dalla 2 alla 6, il riempimento fino alla briglia 4 e l'approvvigionamento a piè d'opera dei massi per la scogliera di protezione dell'alveo. E' iniziata anche la sistemazione del ramo a Sud, parallelo alla carreggiata Est, con la realizzazione di circa 1/3 del canale in c.a.

CANTIERE OPERATIVO COV3: Proseguono le attività di completamento del cantiere operativo con la realizzazione delle pavimentazioni bituminose dei piazzali e piste di accesso e con l'ultimazione degli impianti.

DEVIAZIONE PROVVISORIA SP57: E' iniziata la realizzazione della deviazione della SP57. E' stato eseguito lo scotico dell'impronta del rilevato.

DEVIAZIONE PROVVISORIA SP42: E' iniziata la realizzazione della deviazione della SP42. E' stato eseguito lo scotico dell'impronta del rilevato.

GALLERIA ARTIFICIALE LOZZA: E' iniziata la realizzazione della galleria artificiale. Le lavorazioni eseguite sono state:

- realizzazione piste di cantiere,

- delimitazione delle aree d'intervento,
- costruzione di un rilevato provvisorio (a quota superiore imposta pali) per consentire la successiva esecuzione delle due file di pali laterali e di quella centrale della galleria artificiale.

RILEVATO DA PK 03+050,00 A PK 03+375,00, TRINCEA DA PK 03+375,00 A GALLERIA ARTIFICIALE CIMITERO DI LOZZA (GA75), GALLERIA ARTIFICIALE CIMITERO DI LOZZA, TRINCEA DA FINE G.A. CIMITERO DI LOZZA A G.A. LOZZA (GA77), MURO AD U L= 253,00 M - PK 03+692,00 - 03+945,00, SVINCOLO DI VEDANO - RAMPA A -, SVINCOLO DI VEDANO - RAMPA B -, SVINCOLO DI VEDANO - RAMPA C -: In corso delimitazione aree di lavoro, piste di cantiere e tracciamento opere.

VIADOTTO VEDANO - CARREGGIATA OVEST, CAVALCAVIA RAMPA A SVINCOLO VEDANO, CAVALCAVIA RAMPA B SVINCOLO VEDANO, CAVALCAVIA RAMPA C SVINCOLO VEDANO: In corso delimitazione aree di lavoro, piste di cantiere, tracciamento opere e approvvigionamento gabbie d'armatura pali di fondazione.

Le attività di cantiere riscontrate nella Fase di Corso d'Opera 2011 per la tratta in esame, così come riportate nei programmi lavori, potenzialmente impattanti sulla componente in esame e contemporanee alle attività di monitoraggio sono le seguenti:

2° Quadrimestre 2011 (Maggio-Agosto)

- Campo base Lozza: finiture baracche ;
- Imbocco Nord Galleria naturale Morazzone : cantierizzazione imbocco, realizzazione micropali berlinese e ribanche imbocco, scapitozzatura micropali e realizzazione cordolo di testa, realizzazione tiranti.

3° Quadrimestre 2011 (Settembre-Dicembre)

- Sistemazione idraulica La Selvagna: Realizzazione briglie: scavo, cassetta, posa armatura fondazioni e elevazioni;
- Galleria Artificiale Lozza: Cantierizzazione e preparazione piani di lavoro, cantierizzazione e preparazione piani di lavoro per realizzazione pali.

2° Trimestre 2011 (Aprile-Giugno)

- Cantiere Operativo COV1 - Galleria naturale Morazzone : scotico e riempimento
- Imbocco Sud Galleria naturale Morazzone. scapitozzatura pali e realizzazione cordolo di testa, realizzazione ribassi paratia, realizzazione campo prova tiranti.

4° Trimestre 2011 (Ottobre-Dicembre)

- Galleria naturale Morazzone: montaggio casseri galleria e cantierizzazione;
- Cantiere Operativo COV1- galleria naturale morazzone: messa a deposito materiale;
- Sistemazione corsi d'acqua - nodo di gazzada: Realizzazione canali di scolo: scavo, cassetatura, posa armatura fondazioni e elevazioni;
- Sottovia Scatolare - rampa A: (SO76): scavo, cantierizzazione e opere provvisionali.

6. RISULTATI OTTENUTI

Nei paragrafi successivi vengono descritte i metodi di analisi e valutazione dei dati e i risultati ottenuti dai rilievi effettuati nell'ambito del monitoraggio di anticipo di Corso d'Opera per la componente in esame. Si fa osservare che, nelle tabelle dei risultati, il simbolo "<" (minore di) indica che il valore rilevato è inferiore al limite di rilevabilità (es Tensioattivi anionici <0.05 significa che la concentrazione rilevata di cromo nel campione è inferiore al limite di rilevabilità pari a 0.05).

Al fine di rendere più agevole e più chiara la valutazione dei risultati ottenuti nel Corso d'Opera 2011 il commento ai risultati verrà esposto a seguito dei Parametri di laboratorio e per coppia di punti.

Dal momento che si tratta del primo anno di Corso d'Opera non tutti i cantieri si sono attivati; pertanto le attività di monitoraggio si sono focalizzate sui punti nei quali le lavorazioni potevano avere un impatto sulla componente. Dall'anno 2012 si cercherà di effettuare i rilievi secondo le tempistiche previste dal PMA, da momento che si prevede l'attivazione di tutti i cantieri impattanti sulla componente in esame.

6.1 Parametri In situ

Codifica Punto	Data prelievo	Livello statico assoluto	Livello statico	Temperatura dell'aria	Temperatura dell'acqua	Ossigeno ppm	Ossigeno %	Conducibilità	pH	Potenziale RedOx
		m.s.l.m.		°C	°C					
PIC-MR-01	26/05/2011	333,1	17,3	23	14,7	7,66	77,8	576	7,51	153
PIM-MR-01	26/05/2011	393,53	4,47	30	15,7	4,9	51,8	656	7,29	242
PIV-GS-01	26/05/2011	348,28	8,72	29	14,1	3,88	39,3	718	7,43	231
PIM-MR-02	20/10/2011	348,40	8,6	15	12,1	3,80	36,8	262	7,65	251
PIV-GS-02	20/10/2011	309,90	25,1	15	13,7	6,32	63,2	264	7,2	264
PIM-MR-01	21/10/2011	392,55	5,45	18	14,8	2,69	27,4	686	7,32	270
PIV-GS-01	21/10/2011	347,83	9,17	18	14,1	2,12	21,1	757	7,42	253
PIC-MR-01	21/10/2011	329,33	18,67	17	14,1	5,44	54,4	574	7,56	241

Tab. 6.1/A: Dati campagne Corso d'Opera 2011 – parametri In situ

Si precisa che i dati di livello statico prendono a riferimento il piano campagna. In tutte le campagne la durata delle operazioni di spurgo è di circa trenta minuti.

Di seguito si illustrano i risultati ottenuti con l'utilizzo del metodo VIP per ciò che riguarda i parametri in situ. In rosso sono evidenziati il superamento della soglia di allarme, in azzurro il superamento della soglia di attenzione, in rosa anomalia di rilievo (così come definite al capitolo 4).

Codifica Punto	Data rilievo	pH		Conducibilità (µS/cm)	
		VIP	ΔVIP	VIP	ΔVIP
PIC-MR-01	26/05/2011	7,51	---	6.12	-
PIM-MR-01	26/05/2011	7,29	0.14	5.72	0,31
PIV-GS-01	26/05/2011	7,43		5.41	
PIM-MR-02	20/10/2011	7,65	0,45	8,18	0,02
PIV-GS-02	20/10/2011	7,20		8,17	
PIM-MR-01	21/10/2011	7,32	0,10	5,57	0,36
PIV-GS-01	21/10/2011	7,42		5,22	
PIC-MR-01	21/10/2011	7,56	-	6,13	-

Tab. 6.1/B: Analisi VIP parametri in situ – campagne Corso d'Opera 2011.

6.2 Parametri di laboratorio

Limite di legge (D. Lgs 142/06)		350	-	-	-	0.05	5	200	200
Codifica Punto	Data prelievo	Idrocarburi totali	TOC ¹	Tensioattivi anionici	Tensioattivi non ionici	Cromo totale	Cromo VI	Ferro	Alluminio
		µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l
PIC-MR-01	26/05/2011	35,4	0,419	<0.05	<0.03	<0,005	<1	89,6	73,7
PIM-MR-01	26/05/2011	23	0,286	<0.05	<0.03	<0,005	<1	99,3	84,0
PIV-GS-01	26/05/2011	23,3	0,448	<0.05	<0.03	<0,005	<1	82,4	72,1
PIM-MR-02	20/10/2011	<9	0,268	<0.05	<0.03	<0,005	<1	73,3	58,0
PIV-GS-02	20/10/2011	12,2	0,183	<0.05	<0.03	<0,005	<1	78,5	61,1
PIM-MR-01	21/10/2011	11,4	0,374	<0.05	<0.03	<0,005	<1	77,3	64,6
PIV-GS-01	21/10/2011	<9	0,402	0,34	<0.03	<0,005	<1	118	94,4
PIC-MR-01	21/10/2011	<9	0,394	<0.05	<0.03	<0,005	<1	72,6	60,0

Tab. 6.2/A: Dati campagne Corso d'Opera 2011 – parametri di laboratorio – Gruppo 2.

¹ Il parametro TOC è espresso in tabella in mg/l e nei certificati in µg/l

Codifica Punto	Data prelievo	Limite di legge (D. Lgs 142/06)	20	3000	10	5	10	50	1000
		Nichel µg/l	Zinco µg/l	Piombo µg/l	Cadmio µg/l	Arsenico µg/l	Manganese µg/l	Rame µg/l	
PIC-MR-01	21/10/2011		1,1	67,6	<2	<0,5	<1	<10	<1,9
PIM-MR-01	21/10/2011		<2	60,7	<2	<0,5	<1	<10	<1,9
PIV-GS-01	21/10/2011		<2	71,6	<2	<0,5	<1	<10	<1,9

Tab. 6.2/B: Dati campagne Corso d'Opera 2011 – parametri di laboratorio – Gruppo 3.

Di seguito si illustrano i risultati ottenuti con l'utilizzo del metodo VIP relativamente ai parametri di laboratorio. In rosso sono evidenziati il superamento della soglia di allarme, in azzurro il superamento della soglia di attenzione, in rosa anomalia di rilievo (così come definite al capitolo 4).

Codifica Punto	Data rilievo	TOC		Idrocarburi totali		Cromo totale		Ferro		Alluminio	
		VIP	ΔVIP	VIP	ΔVIP	VIP	ΔVIP	VIP	ΔVIP	VIP	ΔVIP
PIC-MR-01	26/05/2011	10.00	---	7.46	---	10.00	---	5.62	---	6.64	---
PIM-MR-01	26/05/2011	10.00	0.00	8.70	0.03	10.00	0.00	5.04	-1.01	6.60	-1.19
PIV-GS-01	26/05/2011	10.00		8.67		10.00		6.06		7.79	
PIM-MR-02	20/10/2011	10.00	0.00	10,00	0.22	10.00	0.00	6,60	0.31	9,20	0.31
PIV-GS-02	20/10/2011	10.00		9,78		10.00		6,29		8,89	
PIM-MR-01	21/10/2011	10.00	0.00	9,86	-0,14	10.00	0.00	6,36	2,26	8,54	2,98
PIV-GS-01	21/10/2011	10.00		10,00		10.00		4,10		5,56	
PIC-MR-01	21/10/2011	10.00	---	10,00	---	10.00	---	6,64	---	9,00	---

Tab. 6.2/C: Analisi VIP parametri di laboratorio – campagne Corso d'Opera 2011.

Di seguito si espongono i risultati ottenuti nel Corso d'Opera 2011 suddivisi per coppia di punti.

PIC-MR-01

Il punto di monitoraggio PIC MR 01 è situato tra il cantiere e i siti di approvvigionamento idrico. Il suo monitoraggio ha lo scopo di intercettare eventuali interferenze che le attività possono avere sulla rete idrica, per tale motivo su questo punto non vengono eseguite le analisi delta VIP.

In generale i dati ottenuti nelle campagne di monitoraggio di Corso d'Opera 2011 mostrano valori in linea con quelli ottenuti in AO e non si evidenziano superamenti né dei valori soglia di qualità del D.Lgs. 30/2009 (Allegato 3, Parte A, tabella 3) né per ciò che riguarda le concentrazioni soglia di contaminazione per la acque sotterranee del D.Lgs. 152/06 (Parte IV, Titolo V, Allegato 5, tabella 2).

Di seguito si riassumono i risultati ottenuti nelle campagne dell'anno di Corso d'Opera 2011.

Per quanto concerne il **rilievo del 26/05/2011** si osserva che il valore misurato per l'Ossigeno disciolto, pari a 51.8% è inferiore a quanto misurato nella prima campagna di AO (88.2% in data 08/09/2009). Tale valore di Ossigeno Disciolto è coerente con il valore non elevato di potenziale Redox riscontrato, pari a 153 mV. Esso risulta invece superiore a quanto rilevato nella seconda campagna Ante Operam (43.5% in data 04/02/2010). Tale variabilità è dovuta alle naturali oscillazioni del parametro.

La conducibilità, pari a 576 $\mu\text{S}/\text{cm}$ risulta in linea con quanto rilevato in entrambe le campagne di AO (ovvero 612 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nella campagna del 08/09/2009 e 608 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nella campagna del 04/02/2010).

Per quanto riguarda i parametri: tensioattivi anionici, Tensioattivi non ionici, Cromo totale e Cromo esavalente risultano al di sotto del limite di rilevabilità. Il parametro TOC presenta delle concentrazioni paragonabili a quanto rilevato in Ante Operam.

Il parametro Idrocarburi Totali presenta una concentrazione pari a 35.4 $\mu\text{g}/\text{l}$; nella prima campagna Ante Operam era stato registrato un valore pari a 283 $\mu\text{g}/\text{l}$ per tale parametro, anche se probabilmente tale valore è stato causato da una contaminazione locale della falda, infatti nella seconda campagna tale parametro risulta pressoché assente (<9 $\mu\text{g}/\text{l}$).

Per quanto riguarda il parametro Ferro la concentrazione riscontrata (89.7 $\mu\text{g}/\text{l}$) risulta superiore al valore rilevato nella prima campagna Ante Operam (62.3 $\mu\text{g}/\text{l}$ in data 02/12/2009) ed inferiore a quanto registrato nella seconda (96.6 $\mu\text{g}/\text{l}$ in data 04/02/2010).

Il parametro alluminio presenta una concentrazione (73.7 $\mu\text{g}/\text{l}$) paragonabile a quanto rilevato nella prima campagna Ante Operam (78.4 $\mu\text{g}/\text{l}$ in data 07/09/2009) e inferiore a quanto registrato nella seconda (93.9 $\mu\text{g}/\text{l}$ in data 04/02/2010).

Per quanto concerne il **rilievo del 21/10/2011**, si osserva che il valore misurato per l'Ossigeno disciolto, pari a 54.4% è inferiore a quanto misurato nella prima campagna di AO (88.2% in data 08/09/2009); ma risulta comunque in linea con la seconda campagna di Ante Operam e le restanti campagne di Corso d'opera. Il valore di livello statico risulta il massimo mai registrato nei rilievi sul punto, 18.67 m da p.c.. Il parametro verrà tenuto sotto controllo al fine di valutare le oscillazioni della falda.

La conducibilità, pari a 574 $\mu\text{S}/\text{cm}$ risulta in linea con i dati pregressi. Gli Idrocarburi risultano pressoché assenti. Per quanto riguarda il parametro Ferro la concentrazione riscontrata (72.6 $\mu\text{g}/\text{l}$) risulta leggermente inferiore a quanto registrato il 26/05/2011. Medesima considerazione deve essere fatta per l'Alluminio.

Per ciò che concerne i parametri del Gruppo 3 non si riscontra nessuna criticità dato che risultano inferiori o molto prossimi al limite di rilevabilità del parametro.

Le analisi con il metodo VIP non rilevano particolari anomalie. I dati relativi alle due campagne di Corso d'Opera 2011 rilevano una certa omogeneità. In generale si può concludere che per il punto in esame non si riscontrano criticità legate alla realizzazione dell'opera in oggetto.

PIM-MR-01/PIV-GS-01

La coppia di punti in esame ha lo scopo di monitorare la qualità delle acque di falda che intercettano il tracciato autostradale che in questo tratto risulta in galleria naturale nei pressi del punto di monte e in trincea nei pressi del punto di valle.

Durante l'anno di corso d'opera 2011 sono stati effettuati due rilievi: il 26/05/2011 e il 21/10/2011. Durante il rilievo del 26/05/2011 erano in corso attività in corrispondenza dell'imbocco sud della galleria di Morazzone: scapitozza tura pali e realizzazione cordolo di testa, realizzazione ribassi paratia e campo prova tiranti. In data 21/10/2011 era operativo il cantiere COV1 in corrispondenza della galleria di Morazzone con attività di messa a deposito materiale e il corrispondenza della galleria naturale era in atto il montaggio casseri della galleria e cantierizzazione.

Nei dati per la componente in esame si assiste ad una graduale diminuzione nel tempo dei dati di ossigeno disciolto. Nelle campagne di Ante Operam si era registrato: 75.5% per il punto di monte e 67.6% per il punto di valle in data 08/09/2009; 32.4% per il punto di monte e 46.8% per il punto di valle in data 02/12/2009. Nella campagna aggiuntiva ante Operam del 17/02/2011 le concentrazioni si sono ulteriormente abbassate: 37.9% per il punto di monte e 31.6% per il punto di valle.

I dati del 26/05/2011 sono in linea con quelli di febbraio, mentre nel rilievo del 21/10/2011 valori risultano i più bassi mai registrati (27,4% per il punto di monte e 21,1% per il punto di valle). Si evidenzia inoltre che i dati per il punto di monte sono sempre leggermente superiori rispetto a quello di valle. Le diminuzioni ossigeno disciolto nell'ultima campagna del 2011 potrebbero essere correlate ai valori di livello statico che risultano i più alti mai registrati sinora.

Per quanto riguarda i parametri di laboratorio, i parametri del Gruppo 3, rilevati in data 21/10/2011, non hanno evidenziato alcuna criticità.

Per ciò che concerne i parametri del Gruppo 2, si evidenzia una concentrazione non in linea con i dati pregressi di Tensioattivi anionici per il punto PIV-GS-01 (0,34 mg/l). Pertanto si terrà sotto controllo il parametro nelle prossime campagne di monitoraggio dal momento che la sua concentrazione risulta piuttosto elevata. Da un'analisi delle attività di cantiere non si ritiene che le lavorazioni possano aver influito sul dato ottenuto.

Sono da evidenziare inoltre variazioni tra le due sezioni nelle concentrazioni di Ferro e Alluminio, così come già evidenziato nei dati di ante operam.

Nella campagna del 26/05/2011 si registrano concentrazioni di Ferro e Alluminio superiori a monte. In data 21/10/2011 la situazione risulta inversa: concentrazioni piuttosto elevate a valle rispetto a monte.

Le analisi con il metodo VIP confermano una certa variabilità nei parametri Ferro e Alluminio. Infatti in data 26/05/2011 si riscontra l'anomalia di rilievo per entrambi i parametri. In data 21/10/2011 l'analisi VIP rivela il superamento della soglia di intervento per entrambi i parametri (Δ VIP 2.26 per l'alluminio e Δ VIP 2.98 per il Ferro).

Le concentrazioni riscontrate per i suddetti parametri risultano pari a 77.3 $\mu\text{g/l}$ per il ferro e 64.6 $\mu\text{g/l}$ per l'Alluminio nel punto di monte e pari a 118 $\mu\text{g/l}$ per il ferro e 94.4 $\mu\text{g/l}$ per l'Alluminio nel punto di valle. Tali concentrazioni risultano al di sotto del limite di legge secondo il D.Lg. 142/06 (200 $\mu\text{g/l}$) per entrambi i parametri.

Dall'analisi dello storico per l'Alluminio nella prima campagna di ante operam (08/09/2009) è stato riscontrato il superamento della soglia di intervento con un Δ VIP pari a 6.01 e nella seconda (02/12/2009) il superamento della soglia di attenzione con un Δ VIP pari a 1.59.

Dall'analisi dello storico per il Ferro nella prima campagna di ante operam (08/09/2009) è stato riscontrato il superamento della soglia di intervento con un Δ VIP pari a 7.90 e nella seconda (02/12/2009) il superamento della soglia di attenzione con un Δ VIP pari a 1.80. Nella prima campagna Ante Operam la concentrazione del parametro Ferro riscontrata nel punto di valle è risultata pari a 223 $\mu\text{g/l}$, superiore al limite di legge secondo il D. Lgs. 142/06 (200 $\mu\text{g/l}$).

Sia nella prima che nella seconda campagna di ante Operam si sono dunque verificati questi tipi di superamento ma con valori di Δ VIP superiori rispetto alla campagna in oggetto.

Da fonti bibliografiche risulta che i valori di concentrazione riscontrati per Ferro e Alluminio in Ante Operam possano essere compatibili con la litologia dell'area (depositi di "limi ed argille ferrettizzati") e, quindi, di possibile origine naturale. Nell'ambito degli approfondimenti richiesti da ARPA, è stato eseguito un nuovo campionamento, ad integrazione delle misure AO; tale misura è stata effettuata in data 17/02/2011 e ha confermato la differenza delle concentrazioni tra monte e valle, anche se si nota una graduale diminuzione nel tempo delle concentrazioni per Mn, Zi, Fe e Al nel punto di valle, che ha portato alla scomparsa delle criticità rilevate in precedenza. Pertanto, si ritiene che le anomalie riscontrate possano non essere di natura antropica.

Da quanto reperito dal programma lavori e da sopralluogo in campo, le lavorazioni relative al sito di indagine sono le seguenti:

- Cantiere Operativo COV1-galleria naturale Morazzone: messa a deposito materiale;
- Galleria naturale Morazzone: Montaggio casseri galleria, cantierizzazione;

Data la natura e la localizzazione delle lavorazioni e alla luce dei dati pregressi non si ritiene che tali superamenti siano da imputare alle attività di cantiere di Pedemontana. Non si è dunque ritenuto necessario apportare delle azioni correttive. I parametri verranno comunque tenuti sotto controllo nelle prossime campagne di monitoraggio.

In conclusione per la coppia di esame si assiste ad una graduale diminuzione di ossigeno disciolto per entrambe le sezioni, con concentrazioni mediamente inferiori per la sezione di valle. Le criticità riscontrate

con l'analisi VIP per i parametri Ferro e alluminio sono già state evidenziate in fase di Ante Operam e si ritengono essere di origine naturale.

I risultati del monitoraggio mostrano il rispetto dei valori soglia di qualità (D.Lgs. 30/2009 Allegato 3, Parte A, Tabella 3). Non si evidenziano superamenti delle concentrazioni soglia di contaminazione per le acque sotterranee (D.Lgs. 152/06 Parte IV, Titolo V, Allegato 5, tabella 2).

PIM-MR-02/PIV-GS-02

La coppia di punti in esame ha lo scopo di monitorare la qualità delle acque di falda che intercettano il tracciato autostradale che in questo tratto risulta in galleria naturale.

Nell'anno di corso d'opera in esame è stato eseguito un solo rilievo in data 20/10/2011. Dal momento che in questo tratto la falda intercetta le sole lavorazioni in galleria naturale si è ritenuto opportuno effettuare i rilievi una volta avviati i lavori all'interno della galleria.

Per ciò che concerne i parametri in situ, si evidenzia un leggero abbassamento della falda rispetto all'Ante operam per il punto di monte. In ante operam i livelli statici per il punto PIM-MR-02 risultavano 6.78 m da p.c. il 05/11/2009 e 6.77 m da p.c. il 04/02/2010. Per il punto di valle in ante operam si era registrato 26.01 m da p.c. il 05/11/2009 e 25.55 m da p.c. il 04/02/2010.

Si evidenziano così come già registrato in Ante Operam concentrazioni di ossigeno disciolto più basse nel punto di monte rispetto a quello di valle. In questo rilievo di Corso d'Opera si registra infatti 3.80 mg/l a monte contro 6.32 mg/l a valle. Per i restanti parametri non si evidenziano particolari criticità.

Per quanto riguarda i parametri di laboratorio il valore inferiore di TOC per il punto di valle (0,183 mg/l) rispetto a quello di monte (0,268 mg/l) rispecchia il trend già evidenziato in Ante Operam.

Per quanto riguarda i parametri Ferro e Alluminio, a differenza di quanto riscontrato nelle precedenti campagne, non sono state riscontrate criticità. L'analisi con il metodo Vip non ha rivelato alcuna criticità. Le campagne di AO hanno mostrato una qualità delle acque di falda a monte peggiore rispetto a quella di valle. Le misure aggiuntive richieste da ARPA sono state effettuate il 17/02/11 e hanno rivelato una situazione in controtendenza per il parametro alluminio, per il Ferro invece la situazione rimane stabile.

Pertanto nel proseguo del monitoraggio i parametri Ferro e Alluminio verranno presi particolarmente in considerazione dal momento che la loro variabilità nel tempo e la non correlazione monte/valle porta all'insorgere di anomalie con il metodo VIP non riconducibili alle attività di realizzazione della Pedemontana.

Anche in questo caso i risultati del monitoraggio mostrano il rispetto dei valori soglia di qualità (D.Lgs. 30/2009 Allegato 3, Parte A, Tabella 3). Non si evidenziano superamenti delle concentrazioni soglia di contaminazione per le acque sotterranee (D.Lgs. 152/06 Parte IV, Titolo V, Allegato 5, tabella 2).

7.CONCLUSIONI

Il periodo di Corso d'Opera relativo all'anno 2011 ha previsto, per il 1° Lotto Varese 5 campagne di monitoraggio monte/valle.

I punti di monitoraggio sono stati individuati sulla base attività di cantiere così come indicate nei Cronoprogrammi Lavori e sulla base di sopralluoghi in campo.

Le attività di Corso d'Opera 2011 hanno coinvolto il periodo tra aprile e dicembre 2011. Si segnala inoltre che nell'anno 2011, alla luce dei risultati ottenuti nel monitoraggio di AO, ARPA ha richiesto alcuni approfondimenti alla luce delle considerazioni riportate nell'Istruttoria tecnica – Piano di Monitoraggio Ambientale – ACQUE SOTTERRANEE – Risultati Monitoraggio Ante Operam (Gennaio 2011). I monitoraggi sono stati eseguiti nel Febbraio 2011. Per il dettaglio dei risultati ottenuti si rimanda alla relazione di monitoraggio ambientale Ante Operam emissione B integrata con le istruttorie Arpa.

Complessivamente, la valutazione dei dati ambientali rilevati nelle campagne di Corso d'Opera 2011 ha consentito di accertare il rispetto dei valori soglia di qualità (D.Lgs. 30/2009 Allegato 3, Parte A, Tabella 3) e delle concentrazioni soglia di contaminazione per le acque sotterranee (D.Lgs. 152/06 Parte IV, Titolo V, Allegato 5, tabella 2).

Dall'analisi dei dati ottenuti e dello storico per la tratta in esame non si ritiene che le attività di realizzazione dell'opera possano aver avuto un'influenza sulla componente in esame.

Il punto PIC-MR-01 e la coppia PIM-MR-02/PIV-GS-02 non ha evidenziato alcuna anomalia nei dati

Per il punto PIC-MR-01 le campagne di monitoraggio rivelano concentrazioni dei parametri in linea con i dati di Ante Operam.

Per quanto concerne la coppia PIM-MR-02/PIV-GS-02 si segnala che per quanto riguarda i parametri Ferro e Alluminio, a differenza di quanto riscontrato nelle precedenti campagne, non sono state riscontrate criticità. L'analisi con il metodo Vip non ha rivelato alcuna criticità. Le campagne di AO hanno mostrato una qualità delle acque di falda peggiore a monte rispetto a quella di valle. Le misure aggiuntive richieste da ARPA sono state effettuate il 17/02/11 e hanno rivelato una situazione in controtendenza per il parametro alluminio, per il Ferro invece la situazione rimane stabile. Pertanto nel proseguo del monitoraggio i parametri Ferro e Alluminio verranno presi particolarmente in considerazione dal momento che la loro variabilità nel tempo e la non correlazione monte/valle porta all'insorgere di anomalie con il metodo VIP non riconducibili alle attività di realizzazione della Pedemontana.

Le uniche criticità riscontrate sono relative alla coppia PIM-MR-01/PIV-GS-01. Le analisi con il metodo VIP confermano una certa variabilità nei parametri Ferro e Alluminio. Infatti in data 26/05/2011 si riscontra l'anomalia di rilievo per entrambi i parametri. In data 21/10/2011 l'analisi VIP rivela il superamento della soglia di intervento per entrambi i parametri (Δ VIP 2.26 per l'alluminio e Δ VIP 2.98 per il Ferro).

Sia nella prima che nella seconda campagna di ante Operam si sono verificati superamenti di soglia sia per il Ferro che per l'Alluminio ma con valori di Δ VIP superiori rispetto al Corso d'Opera. Da fonti bibliografiche risulta che i valori di concentrazione riscontrati per Ferro e Alluminio in Ante Operam possano essere compatibili con la litologia dell'area (depositi di "limi ed argille ferrettizzati") e, quindi, di possibile origine naturale.

In conclusione per la coppia di esame si assiste ad una graduale diminuzione di ossigeno disciolto per entrambe le sezioni, con concentrazioni mediamente inferiori per la sezione di alle. Le criticità riscontrate con l'analisi VIP per i parametri Ferro e Alluminio sono già state evidenziate in fase di Ante Operam e si ritengono essere di origine naturale. Si terranno pertanto sotto controllo i parametri in esame al fine di valutare se le criticità possano non derivare dalle attività di realizzazione di Pedemontana.

Per un'analisi dettagliata dei risultati ottenuti si rimanda alle schede di restituzione dati visibili sul SIT.