



COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE

DALMINE-COMO-VARESE-VALICO DEL GAGGIOLO E OPERE AD ESSO CONNESSE

CODICE C.U.P. F11B06000270007

TRATTA **C1**

Monitoraggio Ambientale CORSO D'OPERA Componente AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO

Relazione annuale CO 2011

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

FASE PROGETTUALE	WBS	AMBITO	TRATTA	CATEGORIA	OPERA	PARTE DI OPERA	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVA	REVISIONE ESTERNA
T	MA	C1	A00	GE00	000	RS	010	A	

SCALA -

CONCEDENTE



CONTRAENTE GENERALE



Pedelombarda S.C.p.A. {
IMPREGILO S.p.A.
ASTALDI S.p.A.
IMPRESA PIZZAROTTI E C. S.p.A.
A.C.I. S.c.p.A.

Responsabile del Monitoraggio Ambientale:
Dott. Ing. Lara Caplini

DATA DESCRIZIONE REV

DATA	DESCRIZIONE	REV
Marzo 2012	EMISSIONE	A
.....
.....
.....

ESECUTORE MONITORAGGIO AMBIENTALE



REDATTO CONTROLLATO APPROVATO
Dott. Ing. Giulia Guzzini Dott. Geol. Ernesto Rubert Dott. Ing. Michele Mori

CONCESSIONARIO



Autostrada Pedemontana Lombarda
Direttore Tecnico: Dott. Ing. Giuliano Lorenzi
Alla Sorveglianza: Dott. Ing. Francesco Domenico
Referente Tecnico: Arch. Barbara Vizzi

VERIFICA E VALIDAZIONE

OSSERVATORIO AMBIENTALE
ARPA LOMBARDIA

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	6
4. INQUADRAMENTO METEODOLOGICO	9
4.1 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI	9
4.2 INDIVIDUAZIONE DEI LIMITI DI LEGGE E DEFINIZIONE DELLE ANOMALIE	12
4.3 STRUMENTAZIONE	17
5. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE	19
6. RISULTATI OTTENUTI	22
6.1 PARAMETRI IN SITU	23
6.2 PARAMETRI DI LABORATORIO	25
7. CONCLUSIONI	32

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 Como**, che si innesta sull’autostrada A9 a Grandate, al confine con il comune di Villaguardia, e termina con lo svincolo di Acquanegra, tra i comuni di Como e Casnate con Bernate.

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 EMAGRA00GE00000RS015B – 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 Como**, oggetto di questa relazione, 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 Lario, 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 nell'area del Comune di Grandate.

I terreni sono stati classificati secondo il principio delle Alloformazioni.

Data l'intensa urbanizzazione dell'area, e lo sfruttamento agricolo delle pianure, gli affioramenti di terreno naturale sono molto scarsi.

La tangenziale di Como 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:*
 - *Alloformazione di Cantù*
- SUBSTRATO ROCCIOSO
 - Conglomerato di Lucino (Gonfolite)

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, solo parzialmente 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 comasco.

Un «anfiteatro morenico» è il risultato dello sbocco di un ghiacciaio vallivo nell'area pedemontana della pianura, dove la lingua glaciale poteva espandersi e depositare i detriti che trasportava fino a formare una serie di cordoni morenici concentrici e disposti generalmente a semicerchio. Il ripetersi di questo processo nel corso delle differenti glaciazioni ha portato alla formazione degli anfiteatri come quello presente nell'area in esame.

L'elemento geomorfologico principale ed arealmente più esteso è la PIANA GLACIALE E RETROGLACIALE; si tratta della deposizione fluvioglaciale più recente, contraddistinta da forme del paesaggio molto blande e da pendenze medie assai modeste verso la direzione di flusso del ghiacciaio, che nell'area era verso Sud.

Il settore mediamente più rilevato è per lo più riferibile alla presenza degli archi morenici, originati dalle lingue glaciali provenienti dal Lario all'inizio del Pleistocene Superiore. Questi costituiscono allineamenti con direzione circa NO-SE, ed un complesso sistema di rilievi a morfologia molto dolce con sviluppo planimetrico allungato.

Altre forme presenti sul territorio in esame sono la PIANA INTRAMORENICA ed il FONDOVALLE INTRAMORENICO. Sono aree pianeggianti costituite da una conca tardoglaciale, per lo più colmata 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 lariano.

Nell'area analizzata non vi sono zone inserite nelle Carte inventario dei fenomeni franosi - Censimento dei dissesti della Regione Lombardia (Direzione Territorio ed Urbanistica). L'assenza di forme di dissesto è stata confermata anche dall'analisi dello ortofoto aeree e, soprattutto, dai rilievi di superficie condotti.

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 Como**, sono stati individuati i seguenti complessi idrogeologici:

- *Complesso Ghiaioso-sabbioso:*
- *Complesso della Gonfolite Lombarda*

Dal punto di vista idrostrutturale la presenza del complesso della gonfolite in corrispondenza dell'abitato di Grandate, svolge il ruolo di spartiacque, sia superficiale, sia sotterraneo. Il sistema idrogeologico risulta quindi separato in due settori, quello occidentale della piana di Grandate, e quello orientale della piana di Acquanegra.

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

Lo spartiacque di Grandate è costituito dall'alto morfologico del substrato roccioso, e separa il sistema idrogeologico nei due settori della Piana di Acquanegra e della piana di Grandate. Il primo (piana di Acquanegra) risulta in posizione marginale rispetto all'area in esame, tuttavia è stato oggetto di studi approfonditi per l'analisi del "SIC della Palude di Albate", al quale si rimanda per conoscerne i dettagli.

La piana di Grandate invece, è quella maggiormente interessata dalle opere previste sia lungo l'asse principale, sia lungo l'opera connessa TG-CO-03, collegamento con Villa Guardia. L'elemento principale è rappresentato dall'asta fluviale del torrente Seveso, 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 Torrente Seveso.

La soggiacenza della falda è variabile, da pochi metri nel settore orientale della piana, a circa 10/15 metri nel settore occidentale, verso l'abitato di Villa Guardia.

In particolare il settore orientale, compreso tra l'imbocco Sud della Galleria Grandate ad Est e la Strada Statale dei Giovi ad Ovest, è stato oggetto di analisi approfondite, con l'ausilio di indagini geognostiche integrative, mirate alla definizione di dettaglio dell'assetto idrodinamico dell'area. Infatti l'area si colloca a ridosso del rilievo di Grandate, costituito dalla Gonfolite, cosicché il substrato roccioso si trovi a basse profondità, variabili tra 8 e 10 metri. Come già detto il complesso della gonfolite ospita una falda non trascurabile definita in pressione, ovvero confinata da una barriera impermeabile al tetto, che si raccorda verso sud con la falda dell'acquifero dell'unità sabbioso ghiaiosa.

L'analisi approfondita delle misure piezometriche, ha portato alla conclusione di ritenere che le due falde siano in comunicazione ed equipotenziali, ovvero posseggano lo stesso livello piezometrico, che, nell'area in questione, si attesta a 2/3 metri dal piano campagna. Essendo previste opere del tipo trincee e gallerie artificiali, con il piano di fondo scavo al di sotto del livello piezometrico rilevato, si è reso necessario determinare con assoluta certezza la presenza di falda nei depositi superficiali

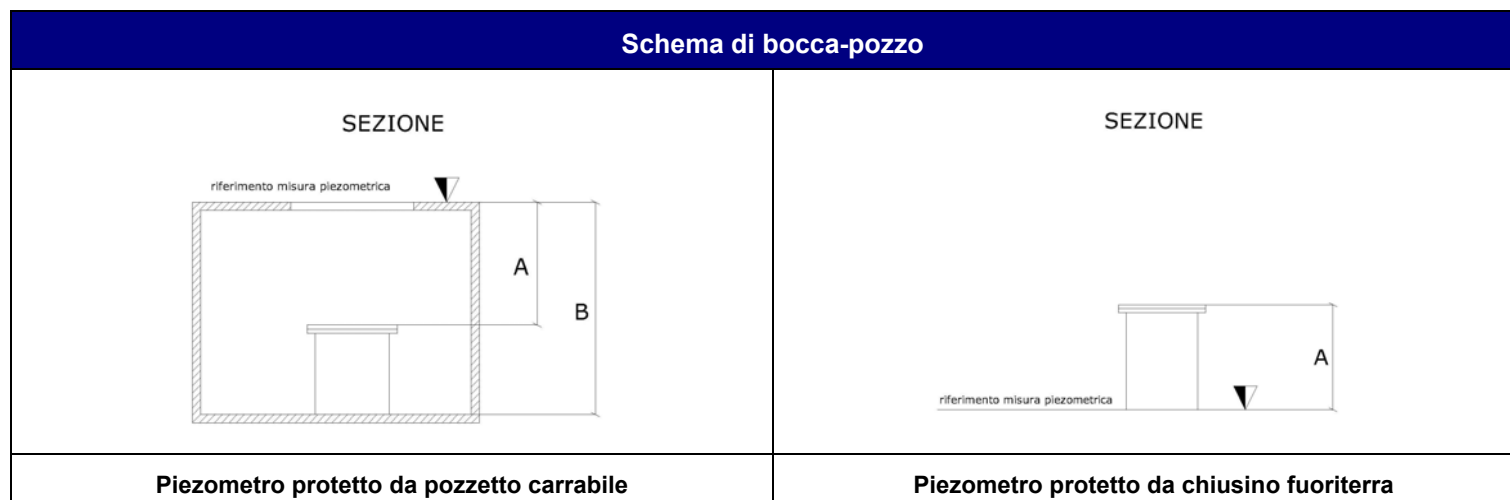
3. PUNTI DI MONITORAGGIO

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-GR-03	Grandate	CO	protetto da pozzetto carrabile	-7,5	-27,5	1	30/05/2011	Gruppo 1, Gruppo 2	-
						2	16/09/2011	Gruppo 1, Gruppo 2, Gruppo 3	
PIM-GR-03	Grandate	CO	chiusino fuori terra	+35	-	1	30/05/2011	Gruppo 1, Gruppo 2	-
						2	16/09/2011	Gruppo 1, Gruppo 2, Gruppo 3	
PIM-GR-04	Grandate	CO	protetto da pozzetto carrabile	-7	-29	1	21/06/2011	Gruppo 1, Gruppo 2	-
PIV-CO-04	Como	CO	chiusino fuori terra	+25	-	1	21/06/2011	Gruppo 1, Gruppo 2	-
PIM-GR-02	Grandate	CO	chiusino fuori terra	+43	-	1	16/09/2011	Gruppo 1, Gruppo 2	-
PIV-GR-02	Grandate	CO	protetto da pozzetto carrabile	-7	-46	1	16/09/2011	Gruppo 1, Gruppo 2	-

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

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-GR-03	Grandate	CO	protetto da pozzetto carrabile	-7,5	-27,5	1	18/02/2011	Gruppo1, Gruppo2, Gruppo3, Gruppo4	-
PIV-GR-03	Grandate	CO	chiusino fuori terra	+35	-	1	18/02/2011	Gruppo1, Gruppo2, Gruppo3, Gruppo4	-
PIM-GR-04	Grandate	CO	protetto da pozzetto carrabile	-7	-29	1	18/02/2011	Gruppo1, Gruppo2, Gruppo3, Gruppo4	-
PIV-CO-04	Como	CO	chiusino fuori terra	+25	-	1	18/02/2011	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 EMAGRA00GE00000RS015B) 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	
GRUPPO 2	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.

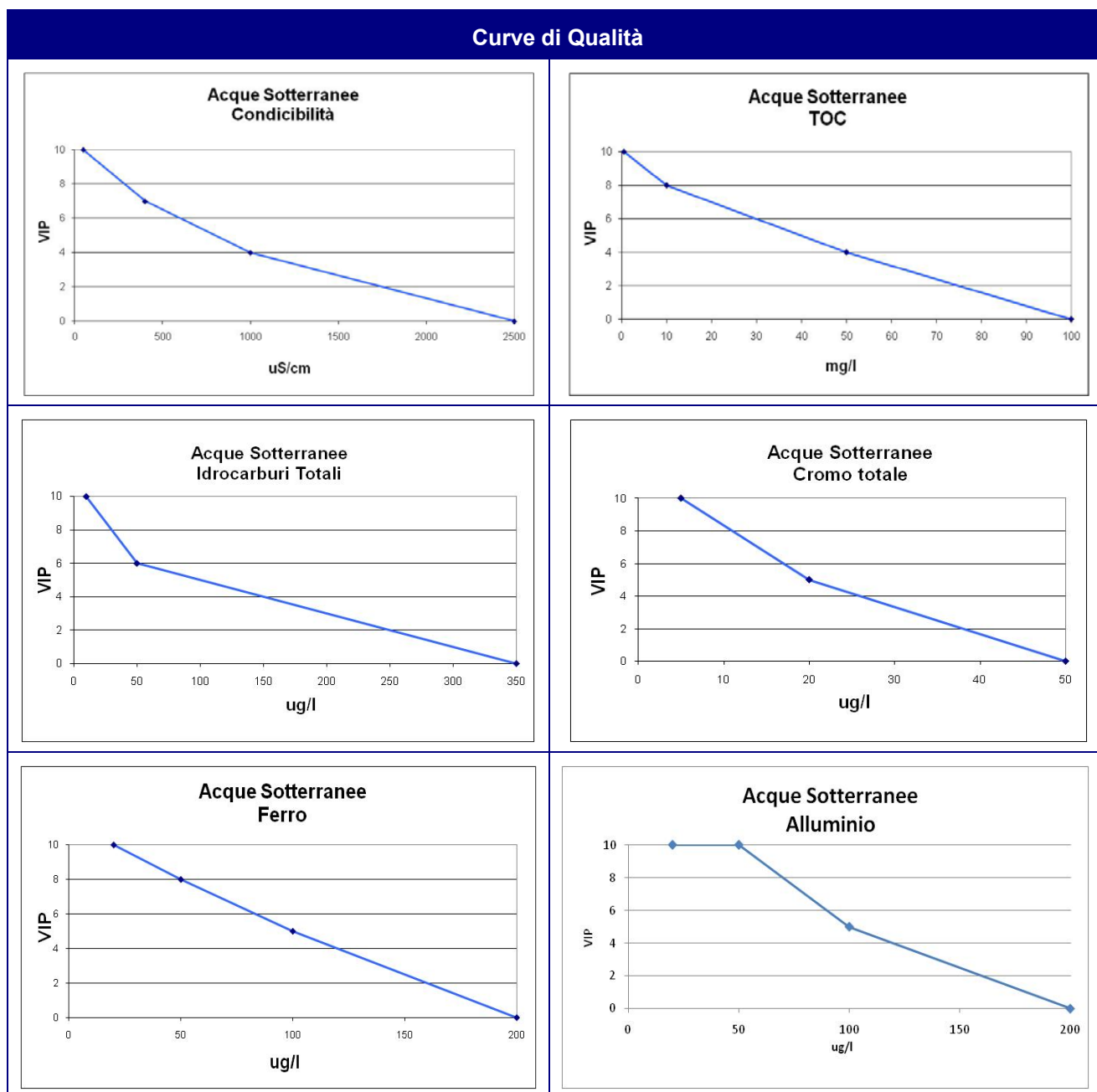
Al valore VIP=0 viene convenzionalmente assegnato il significato di qualità ambientale pessima mentre a VIP =10 corrisponde a un giudizio di qualità ambientale ottimale.

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 36%).

DISBOSCAMENTO: Sono proseguite le attività di abbattimento alberature e rimozione ceppaie (l'avanzamento attuale è di circa il 70%).

SCAVI IN ESTENSIONE SETTORE 15 (COMUNE GRANDATE): Attività di scavo archeologico manuale assistito ultimate.

SCAVI IN ESTENSIONE SETTORE 16 (COMUNE CASNATE CON BERNATE): Sono state ultimate le attività di scavo archeologico manuale assistito.

CANTIERE IMBOCCO DI GRANDATE (COC2): È stata consegnata l'area destinata all'impianto di betonaggio. Sono in corso le attività di costruzione dell'impianto. E' in corso la formazione del piazzale della restante porzione e delle opere civili. E' iniziata la realizzazione delle reti ed impianti interni. È stato ultimato il CN42 sud, mentre è in fase di ultimazione il CN42 ovest.

CANTIERE CAMPO BASE C.B.CO – PIANA DI GRANDATE: Il cantiere è ultimato e stanno per iniziare le attività di montaggio dei baraccamenti.

GALLERIA ARTIFICIALE SUD GRANDATE - CARREGGIATA OVEST: Sono stati demoliti i cinque fabbricati interferenti.

IMBOCCO SUD GALLERIA NATURALE GRANDATE PK 02+272,00: E' iniziata la realizzazione delle piste di servizio. È ultimata la viabilità di accesso al complesso di villette Meraviglia. In fase di ultimazione la viabilità di accesso al condominio Meraviglia.

IMBOCCO SUD GALLERIA NATURALE GRANDATE PK 02+664,00: E' iniziata la realizzazione delle piste di servizio. Sono iniziate le deviazioni di via Monterosa, del tratto 1 (galoppatoio) e del tratto 2 in variante (via Cervino a Casnate con Bernate).

TRINCEA DA PK 01+405,00 CIRCA A INIZIO GALLERIA ARTIFICIALE GRANDATE: E' iniziata la realizzazione delle piste di servizio e iniziati gli scavi per il riporto del materiale sui cantieri.

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.C1 - SVINCOLO GRANDATE, ZONA ELIPORTO: E' stata eseguita la bonifica dagli ordigni bellici.

CANTIERE IMBOCCO DI GRANDATE (COC2): Sono continuate le attività di costruzione dell'impianto di betonaggio. E' continuata inoltre l'attività di cantierizzazione dell'area (movimenti terra, realizzazione basamenti, realizzazione reti ad impianti).

CANTIERE OPERATIVO C.O.C4 - OPERA CONNESSA TGCO04: E' stato eseguito lo scotico dell'area, posata la recinzione ed eseguita la bonifica dagli ordigni bellici.

CANTIERE CAMPO BASE C.B.CO – PIANA DI GRANDATE: Si sono svolte attività relative al montaggio baraccamenti prefabbricati per uffici.

PISTE DI SERVIZIO CANTIERI COMO: E' proseguita la realizzazione delle piste di servizio.

SOTTOPASSO SS.35 DEI GIOVI: Sono state eseguite attività di scavo e cantierizzazione impianto per realizzazione paratie con idrofresa. Sono iniziate e sono attualmente in corso le attività di realizzazione corree guida e diaframmi con idrofresa.

GALLERIA ARTIFICIALE SUD GRANDATE - CARREGGIATA EST / OVEST: E' stato eseguito il trasporto ad impianto autorizzato delle macerie derivanti dalla demolizione dei cinque fabbricati interferenti (Polleria Seveso ed Immobiliare Milano). Sono iniziate le attività di sbancamento per lo scavo dell'imbocco sud Grandate.

IMBOCCO SUD GALLERIA NATURALE GRANDATE: Sono state completate ed aperte al traffico le deviazioni stradali di via Monterosa: tratto 1 (galoppatoio) e tratto 2 in variante (via Cervino a Casnate con Bernate). In data 13/07/2011 è stata consegnata al Comune di Casnate con Bernate la deviazione tratto 2. Sono iniziate le attività di realizzazione imbocco (berlinese di micropali, trave di coronamento, tiranti)

TRINCEA DA PK 1+405 CIRCA A INIZIO GALLERIA ARTIFICIALE SOTTO SS35: Sono continuate le attività di scavo per il riporto del materiale sui cantieri.

Periodo: da Settembre 2011 a Dicembre 2011

BONIFICA DA ORDIGNI BELLICI: E' proseguita l'esecuzione della Bonifica da Ordigni Bellici superficiale e profonda, in particolare: sul sedime vecchia SS35 dei Giovi, per adeguamento barriera di esazione Grandate e rampa DE48.

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

CANTIERE OPERATIVO C.O.C1 - SVINCOLO GRANDATE, ZONA ELIPORTO: Sono iniziate le attività di cantierizzazione.

CANTIERE IMBOCCO DI GRANDATE (COC2): Sono terminate le attività di costruzione dell'impianto di betonaggio ed è iniziata la produzione di calcestruzzo. Proseguono le attività di cantierizzazione e di posa in opera di barriere antirumore.

CANTIERE CAMPO BASE C.B.CO – PIANA DI GRANDATE: Prosegue la cantierizzazione del Campo Base. In data 19/09/2011 sono stati aperti gli uffici.

PISTE DI SERVIZIO CANTIERI COMO: E' proseguita la realizzazione delle piste di servizio.

SOTTOPASSO SS.35 DEI GIOVI: Prosegue l'esecuzione delle paratie con idrofresa. Il giorno 20/11/11 è stata attivata la deviazione della SS35.

GALLERIA ARTIFICIALE SUD GRANDATE - CARREGGIATA EST / OVEST: Sono proseguite le attività di sbancamento per lo scavo dell'imbocco sud Grandate.

IMBOCCO SUD GALLERIA NATURALE GRANDATE: Sono proseguite le attività di realizzazione imbocco (berlinese di micropali, trave di coronamento, tiranti). In particolare è iniziato il 5° ordine di tiranti nel tratto d'imbocco.

SVINCOLO ACQUA NEGRA: E' in corso lo scavo con vagliatura dei materiali di riporto.

CANTURINA TRATTO SUD E SVINCOLO ACQUA NEGRA: E' in corso l'attività di stesa del rilevato.

SISTEMAZIONI IDRAULICHE SECONDARIE: E' in fase di ultimazione la sistemazione idraulica della Roggia Quarto.

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° Trimestre 2011 (Aprile-Giugno)

- Campo Industriale C.O.C2: montaggio impianto betonaggio, cantierizzazione e scotico coltivo;
- deviazione via Monterosa Tratto 1 : Esecuzione viabilità; deviazione via Monterosa Tratto 2: scavo e bonifica;
- Galleria artificiale Ovest grandate – carreggiata Ovest: trasporto macerie a impianto autorizzato;
- Nei pressi della coppia PIM/V GR-03:Cantierizzazione e formazione pista di cantiere;
- imbocco Sud Galleria Naturale Grandate Pk 02+272,00: esecuzione berlinese micropali.

3° Trimestre 2011 (Luglio-Settembre)

- Campo industriale COC2 Est: montaggio impianto di betonaggio, cantierizzazione;
- Cantiere Campo Base C.B.CO - Piana di Grandate (pk 1 + 700): cantierizzazione;
- Sottopasso SS.35 dei Giovi PK est 1+675 - 1+993,70: realizzazione corree guida e paratie con idrofresa.
- Assistenza archeologica
- Cantierizzazione e realizzazione piste di cantiere.

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					
PIM-GR-03	30/05/2011	320.64	3.36	30	15,6	4,24	44	497	6,67	285
PIV-GR-03	30/05/2011	301.45	2.55	30	14,2	2,88	29,1	610	6,95	245
PIM-GR-04	21/06/2011	325.69	21.31	31	14,8	7,34	71,1	816	7,26	215
PIV-CO-04	21/06/2011	284.46	8.54	31	14,4	7,11	71,6	639	7,14	208
PIM-GR-03	16/09/2011	318,89	5,11	28	15,9	3,75	39,3	478	7,02	187
PIV-GR-03	16/09/2011	301,33	2,67	28	15,7	1,1	11,5	672	6,98	151
PIM-GR-02	16/09/2011	298,06	6,94	32	13,7	8,68	86,5	562	7,48	111
PIV-GR-02	16/09/2011	295,9	7,1	32	16,6	3,95	41,7	602	7,49	92

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
PIM-GR-03	30/05/2011	6,67	0,28	6,52	0,57
PIV-GR-03	30/05/2011	6,95		5,95	
PIM-GR-04	21/06/2011	7,26	0,12	4,92	-0,89
PIV-CO-04	21/06/2011	7,14		5,81	
PIM-GR-03	16/09/2011	7,02	0,04	6,61	0,97
PIV-GR-03	16/09/2011	6,98		5,64	
PIM-GR-02	16/09/2011	7,48	-0,01	6,19	0,20
PIV-GR-02	16/09/2011	7,49		5,99	

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
PIM-GR-03	30/05/2011	16,4	0,707	<0.05	<0.03	<0.005	<1	116	90,2
PIV-GR-03	30/05/2011	20,3	1,029	<0.05	<0.03	<0.005	<1	132	106
PIM-GR-04	21/06/2011	12,9	0,473	0,15	<0.03	<0.005	1,8	113	91,9
PIV-CO-04	21/06/2011	35,5	0,605	0,15	<0.03	<0.005	4,7	189	139
PIM-GR-03	16/09/2011	<9	0,689	<0.05	<0.03	<0,005	<1	85	62,7
PIV-GR-03	16/09/2011	<9	1,016	<0.05	<0.03	<0,005	<1	76,2	57,3
PIM-GR-02	16/09/2011	<9	0,786	<0.05	<0.03	<0,005	<1	61,1	49
PIV-GR-02	16/09/2011	<9	0,794	<0.05	<0.03	<0,005	<1	491	320

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

Limite di legge (D. Lgs 142/06)		20	3000	10	5	10	50	1000
Codifica Punto	Data prelievo	Nichel	Zinco	Piombo	Cadmio	Arsenico	Manganese	Rame
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
PIM-GR-03	16/09/2011	7,5	67,5	<2	<0,5	<1	<10	<1,9
PIV-GR-03	16/09/2011	3,1	66,8	<2	<0,5	<1	15,1	<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
PIM-GR-03	30/05/2011	9,96	0,07	9,36	0,39	10,00	0,00	4,20	0,80	5,98	1,28
PIV-GR-03	30/05/2011	9,89		8,97		10,00		3,40		4,70	
PIM-GR-04	21/06/2011	10,00	0,02	9,71	2,26	10,00	0,00	4,35	3,80	5,81	2,76
PIV-CO-04	21/06/2011	9,98		7,45		10,00		0,55		3,05	
PIM-GR-03	16/09/2011	9,96	0,07	10,00	0,00	10,00	0,00	5,90	-0,53	8,73	-0,54
PIV-GR-03	16/09/2011	9,89		10,00		10,00		6,43		9,27	
PIM-GR-02	16/09/2011	9,94	0,00	10,00	0,00	10,00	0,00	7,33	n.r.	10,0	n.r.
PIV-GR-02	16/09/2011	9,94		10,00		10,00		valore fuori scala		valore fuori scala	

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.

PIM-GR-03/PIV-GR-03

La coppia di punti in esame ha lo scopo di monitorare gli impatti legati alla costruzione della galleria, in parte naturale e in parte artificiale, e all'attività del cantiere operativo C.O.C2.

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 le acque sotterranee del D.Lgs. 152/06 (Parte IV, Titolo V, Allegato 5, tabella 2).

Per i parametri in situ, così come già registrato in ante operam i valori di livello statico risultano piuttosto variabili da campagna a campagna, soprattutto per quanto riguarda la sezione di monte. In particolare si segnala che il dato di monte nella campagna del 16/09/2011 risulta il più elevato mai registrato (5,11 m da p.c.).

In generale i valori sono in linea con l'ante Operam; Si nota tuttavia una graduale diminuzione nel tempo dell'Ossigeno disciolto. Nella campagna del 16/09/2011 si registra una concentrazione pari a 39.3 % per il punto di monte e 11.5 % per il punto di valle; tali valori risultano inferiori a quanto registrato nella prima campagna Ante Operam (96.6% per il punto di monte e 99.1 per il punto di valle in data 11/09/2009), mentre nella seconda campagna Ante Operam i valori sono risultati piuttosto bassi sia a monte che a valle ma comunque superiori rispetto alla campagna in oggetto (40.3% per il punto di monte e 51.1% per il punto di valle). Nella campagna aggiuntiva di Ante Operam, effettuata in data 18/02/2011 i valori si attestavano a 41.8% per il punto di monte e 40.4 % per il punto di valle. In data 30/05/2011 il trend conferma la graduale diminuzione (44,0% per il punto di monte, 29,1% per il punto di valle). Si terrà sotto controllo il parametro dato che nell'ultima campagna del 2011 il dato per il punto di valle risultava estremamente basso.

Per i parametri di laboratorio va segnalato un aumento per i parametri Ferro e Alluminio nella campagna di maggio; nel mese di settembre sono state registrate concentrazioni inferiori in linea con l'Ante Operam.

La concentrazione di tali parametri risulta in aumento anche rispetto alla campagna aggiuntiva Ante Operam del 18/02/2011. I valori per il parametro Ferro sono pari a 116 µg/l per il punto di monte e 132 µg/l per il punto di valle in data 30/05/2011 (in Ante Operam erano stati riscontrati valori pari a <50 µg/l nella prima campagna, 102 µg/l nella seconda campagna e 78.1 µg/l nella campagna aggiuntiva Ante Operam per il punto di monte e pari a 64.5 µg/l nella prima campagna, 73.9 µg/l nella seconda campagna e 92.2 µg/l nella campagna aggiuntiva Ante Operam per il punto di valle).

In data 30/05/2011 i valori per il parametro Alluminio sono pari a 90.2 µg/l per il punto di monte e 106 µg/l per il punto di valle (in Ante Operam erano stati riscontrati valori pari a 50.5 µg/l nella prima campagna, 79.4 µg/l nella seconda campagna e 60.5 nella campagna aggiuntiva Ante Operam µg/l per il punto di monte e pari a 67 µg/l nella prima campagna, 58.7 µg/l nella seconda campagna e 84.1 µg/l nella campagna aggiuntiva Ante Operam per il punto di valle).

Le analisi con il metodo VIP rilevano la presenza di una criticità nella campagna del 30/05/2011. Si registra il superamento della soglia di attenzione per il parametro alluminio.

Dall'analisi dei dati storici, già nella campagna di Ante Operam dell'11/09/2009 era stato riscontrato il superamento della soglia di attenzione e nella campagna aggiuntiva di Ante Operam del 18/02/2011 si è assistito al superamento della soglia di intervento. Le attività in corso presso i piezometri, al momento del campionamento, possono ritenersi tali da non generare impatti sulle acque di falda. Le attività potenzialmente impattanti, ma che non risultano intercettare direttamente il flusso di falda tra i due punti esame risultano:

- Campo Industriale C.O.C2: montaggio impianto betonaggio, cantierizzazione e scotico coltivo;
- deviazione via Monterosa Tratto 1 : Esecuzione viabilità;
- deviazione via Monterosa Tratto 2: scavo e bonifica;
- Galleria artificiale Ovest grandate – carreggiata Ovest: trasporto macerie a impianto autorizzato.

Poiché al momento del rilievo non erano presenti attività connesse alla costruzione dell'opera tali da poter influenzare il parametro oggetto di anomalia ed in considerazione dei valori registrati nei rilievi precedenti, si ritiene che l'anomalia riscontrata non sia da ricondursi alle attività di cantiere di Pedemontana.

Nella campagna successiva del 16/09/2011 l'anomalia è rientrata nonostante le attività in corso sul cantiere avrebbero potuto risultare più impattanti.

Per quanto riguarda il Gruppo 3, non si riscontrano criticità. Si segnala la presenza di concentrazioni comunque basse di manganese.

In conclusione le attività di monitoraggio sulla coppia in esame hanno rivelato una graduale diminuzione delle concentrazioni di ossigeno disciolto. Le anomalie registrate sul parametro Alluminio e le oscillazioni del parametro Ferro non si ritiene siano riconducibili alle attività di realizzazione dell'opera poiché situazioni simili erano già state registrate in Ante Operam e nelle campagne aggiuntive di Febbraio 2011.

PIM-GR-04/PIV-CO-04

La coppia di punti in esame ha lo scopo di monitorare le attività di realizzazione della galleria naturale di Grandate e il viadotto di Acquanegra.

Nel corso dell'anno 2011 è stata eseguita un'unica campagna di rilievo in data 21/06/2011. Le lavorazioni presenti durante i monitoraggi non si ritiene possano aver avuto un impatto sulla componente. Infatti erano presenti lavori di cantierizzazione e formazione delle piste di cantiere e l'esecuzione dei micropali berlinesi imbocco sud della Galleria Naturale di Grandate.

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 le acque sotterranee del D.Lgs. 152/06 (Parte IV, Titolo V, Allegato 5, tabella 2).

Così come evidenziato nelle campagne precedenti si riscontra una certa variabilità dei dati. I risultati evidenziano una diminuzione sia nel punto di monte che nel punto di valle dell'Ossigeno disciolto. I livelli di ossigenazione risultano comunque accettabili (71,1% a monte e 71,6% a valle). In entrambi i punti si osserva la presenza di tensioattivi anionici (0,15 mg/l per entrambe le sezioni); in tutte le altre campagne il parametro era sempre risultato inferiore al limite di rilevabilità.

Si assiste inoltre ad una diminuzione notevole della concentrazione di Idrocarburi totali nel punto di valle. Nella campagna di del 18/02/2011 di integrazione ai dati di Ante Operam era stata infatti riscontrata una concentrazione superiore ai limiti di legge.

Si osserva inoltre un aumento significativo delle concentrazioni di Ferro e alluminio nel punto di monte (in Ante Operam i dati risultavano avere grosse oscillazioni) e un graduale aumento delle concentrazioni anche nel punto di valle.

E' da segnalare inoltre la presenza di Cromo VI nel punto di valle in concentrazioni che si avvicinano al valore limite normativo.

L'analisi con il metodo VIP rivelano il superamento della soglia di intervento per i parametri Idrocarburi, Ferro e Alluminio. Le attività in corso presso i piezometri, al momento del campionamento, possono ritenersi tali da non generare impatti sulle acque di falda.

In conclusione si può ritenere che le anomalie registrate sia nella campagna di Corso d'opera sia nelle precedenti campagne di Ante Operam possano essere indicative di un'interferenza con la falda indipendente dalle attività di realizzazione dell'opera in oggetto di monitoraggio.

PIM-GR-02/PIV-GR-02

La coppia di punti in esame ha lo scopo di monitorare le attività di realizzazione dell'opera che in questo tratto si sviluppa in trincea e, leggermente più a monte, in galleria artificiale.

Nell'anno di Corso d'opera 2011 è stata eseguita una sola campagna di misura in data 16/09/2011; le attività di cantiere rilevate non risultavano essere di impatto per le acque profonde che sono intercettate dalle lavorazioni.

Per quanto riguarda i parametri in situ, la coppia PIM/V-GR-02 presenta dei valori di concentrazione di Ossigeno disciolto pari a 86.5% per il punto di monte e 41.7% per il punto di valle; tali valori risultano inferiori a quanto registrato nelle campagne di Ante Operam (130.6 % per il punto di monte e 78.3 % per il punto di valle in data 10/09/2009; 96.2 % per il punto di monte e 51.4 % per il punto di valle in data 03/12/2009).

I dati di livello statico risultano in linea con i dati di Ante Operam e non si registrano particolari oscillazioni (7,11 m per il punto di monte e 7.34 m per il punto di valle in data 10/09/2009; 7.45 m per il punto di monte e 6.38 m per il punto di valle in data 03/12/2009). Per entrambi i punti i valori di Conducibilità e Potenziale Redox sono inferiori a quanto registrato in Ante Operam. I valori di pH risultano invece assolutamente comparabili.

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). Per ciò che concerne le concentrazioni soglia di contaminazione per le acque sotterranee del D.Lgs. 152/06 (Parte IV, Titolo V, Allegato 5, tabella 2) si registra il superamento per i parametri Ferro e alluminio.

Per quanto riguarda il Ferro e l'Alluminio, per il punto PIM-GR-02 le concentrazioni risultano paragonabili con quanto rilevato in Ante Operam. Per il parametro Ferro in questa campagna si rileva una concentrazione di 61.1 µg/l, mentre in Ante operam le concentrazioni risultavano 54.3 µg/l in data 10/09/2009 e 55.0 µg/l in data 03/12/2009. Per il parametro Alluminio in questa campagna si rileva una concentrazione di 49.0 µg/l,

mentre in Ante operam le concentrazioni risultavano 49.0 µg/l in data 10/09/2009 e 76,9 µg/l in data 03/12/2009.

Per il punto PIV-GR-02 si assiste invece al superamento del limite di legge per entrambi i parametri (491 µg/l per il Ferro e 320 µg/l per l'Alluminio). In Ante Operam le concentrazioni risultavano in linea con il PIM-GR-02 (Ferro: 58.6 µg/l in data 10/09/2009 e 58.0 µg/l in data 03/12/2009; Alluminio: 51.6 µg/l in data 10/09/2009 e 81.8 µg/l in data 03/12/2009).

Le analisi con il metodo VIP per i parametri di laboratorio in riferimento alla campagna di misura per la coppia PIM/V-GR-02 rilevano i seguenti risultati:

- Valore fuori scala per il punto PIV-GR-02 per il parametro Ferro, pertanto risulta impossibile il calcolo del Δ VIP;
- Valore fuori scala per il punto PIV-GR-02 per il parametro Ferro, pertanto risulta impossibile il calcolo del Δ VIP;

Dall'analisi del data base non sono stati constatati analoghi superamenti della soglia di attenzione per i parametri Ferro e Alluminio per la coppia PIM/V-GR-02 in Ante operam.

Le attività in corso presso il piezometro, al momento del campionamento, possono ritenersi tali da non generare impatti sulle acque di falda. Nella stessa giornata è stata campionata anche la coppia di piezometri PIM/V-GR-03, ubicati in direzione est rispetto al PIV-GR-02. La coppia PIM/V-GR-03 non ha evidenziato nessuna anomalia benché posti più in prossimità di aree con maggiori lavorazioni di cantiere.

Le lavorazioni prossime al piezometro PIV-GR-02 erano tutte superficiali: cantierizzazione, assistenza archeologica, mentre in direzione est rispetto al PIV-GR-02, a monte del PIV-GR-03, erano in corso le seguenti attività:

- Campo industriale COC2 Est: montaggio impianto di betonaggio, cantierizzazione;
- Cantiere Campo Base C.B.CO - Piana di Grandate (pk 1 + 700): cantierizzazione;
- Sottopasso SS.35 dei Giovi PK est 1+675 - 1+993,70: Realizzazione corree guida e paratie con idrofresa.
- Imbocco sud galleria naturale di Grandate: Perforazione tiranti e micropali, scavo.

In base alle lavorazioni presenti in prossimità del piezometro PIV-GR-02 ed in considerazione dei dati registrati dalla coppia di piezometri PIM/V-GR-03, si ritiene che l'anomalia sia generata da cause indipendenti dai lavori di realizzazione del 1° Lotto della Tangenziale di Como. Il parametro verrà tenuto sotto controllo nelle prossime campagne di rilievo. Si ricorda infine che su alcuni piezometri a monitoraggio delle Opere del 1° Lotto della Tangenziale di Como erano state effettuate anche delle misure integrative per la verifica dei valori anomali acquisiti in AO relativamente anche ai due parametri oggetto della presente anomalia (rif. doc. EAMGRA00GE00000VV004A Acque sotterranee - Riscontro all'istruttoria tecnica Arpa del febbraio 2011). Ciò ad evidenza di una situazione locale influenzata da fattori locali indipendenti dalle attività in corso.

Alla luce dei risultati ottenuti in questa campagna e nelle precedenti, si ipotizza che le contaminazioni siano dovute a sorgenti inquinanti non riconducibili all'opera e pertanto anche nelle successive campagne ne terremo conto per valutare l'andamento del fenomeno.

7.CONCLUSIONI

Il periodo di Corso d'Opera relativo all'anno 2011 ha previsto, per il 1° Lotto della Tangenziale di Como 4 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). Fa eccezione il punto PIV-GR-02 per il quale è stato evidenziato il superamento della soglia di contaminazione secondo il D.Lgs. 152/06 per i parametri Ferro e Alluminio.

Nel dettaglio, le lavorazioni più impattanti per la componente nell'anno in esame si sono svolte in corrispondenza della coppia PIM-V-GR-03. Le attività di monitoraggio sulla coppia in esame hanno rivelato una graduale diminuzione delle concentrazioni di ossigeno disciolto. Le anomalie registrate sul parametro Alluminio e le oscillazioni del parametro Ferro registrate non si ritiene siano riconducibili alle attività di realizzazione dell'opera poiché situazioni simili erano già state registrate in Ante Operam e nelle campagne aggiuntive di Febbraio 2011.

Per quanto riguarda la coppia PIM-GR-04/PIV-CO-04, le lavorazioni per la realizzazione dell'opera nell'anno 2011 non hanno coinvolto le acque profonde intercettate da queste due sezioni. Dall'analisi dei dati si registra una certa variabilità nelle concentrazioni e si riscontrano alcune criticità. In particolare si segnala la presenza di tensioattivi anionici in entrambi i punti e la presenza di Cromo VI nel punto di valle in concentrazioni che si avvicinano al limite di legge. L'analisi con il metodo VIP rileva il superamento della soglia di intervento per i parametri Idrocarburi Totali, Ferro e Alluminio. Si può ritenere che le anomalie registrate sia nella campagna di Corso d'opera sia nelle precedenti campagne di Ante Operam possano essere indicative di un'interferenza con la falda indipendente dalle attività di realizzazione dell'opera in oggetto di monitoraggio. La coppia di punti verrà tenuta sotto controllo nel prosieguo dei monitoraggi al fine di verificarla causa delle criticità riscontrate.

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