

# Valutazioni sulle attività di monitoraggio delle acque sotterranee in accordo con le direttive 2000/60/CE e 2006/118/CE in Piemonte

## *Evaluation of groundwater monitoring according to 2000/60/EC and 2006/118/EC directives in Piedmont.*

Riccardo Balsotti e Maria Governa

**Riassunto:** Al fine di ottimizzare l'attività di monitoraggio e di adeguarla al quadro normativo, la Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee (RMRAS) del Piemonte ha subito (a partire dal 2001) continui aggiornamenti che hanno influito sia sul numero e ubicazione dei punti, sia sul protocollo analitico adottato.

Anche i corpi idrici sotterranei (GWB) sono stati interessati da vari interventi di adeguamento.

L'analisi dei risultati del primo triennio di applicazione del nuovo sistema di monitoraggio (2009-2011) e classificazione dello stato di qualità delle acque sotterranee, ai sensi del D.lgs. 30/2009 e del Decreto 260/2010, permette di formulare alcune considerazioni sull'approccio metodologico proposto dalla normativa. In generale, emerge un sistema di monitoraggio e classificazione articolato, che permette di fornire elementi di conoscenza addizionali rispetto al passato. Un altro aspetto di novità è la modulazione dei cicli di monitoraggio (Sorveglianza, Operativo, Operativo Puntuale) e l'aggiornamento dei protocolli analitici, che risultano, per il monitoraggio Operativo, sempre più sito-specifici, strettamente connessi cioè alla tipologia di pressioni che interessano i GWB.

Lo studio delle occorrenze dei principali contaminati e dei superamenti di soglie di concentrazione dei principali contami-

nanti stabilite sia a livello europeo (SQA) che nazionale (VS), permette di ottenere una panoramica di maggior dettaglio per valutare le implicazioni che hanno favorito l'insorgenza di questi ultimi.

In determinate situazioni la definizione dello Stato Chimico può essere influenzata dai valori di fondo naturale (VF) in particolare, nel contesto Piemontese, di Nichel e Cromo esavalente. Il VF permette di modificare il VS (nel GWB o parte di esso) nell'ottica di avere un riferimento contingente alla effettiva situazione ambientale per lo scenario in esame. Permangono tuttavia delle difficoltà nel discriminare con esattezza situazioni di contributo misto (antropico+naturale) in scenari ambientali complessi.

**Abstract:** *In order to optimize monitoring activities as well to adapt it to legislative framework, since 2011 Piedmont Regional Groundwater Monitoring Network (RMRAS) has undergone several upgrades interesting both number of monitoring points and such points location. This process, according to WFD proceedings, has also involved modifications on the analytical protocol adopted as well as on the final configuration of groundwater bodies (GWB)*

*Main results from first WFD triennium implementation (2009-2011), by applying the new monitoring system, has had as a consequence a new definition of Chemical Status, according to D.lgs. 30/2009 and Decreto 260/2010, which allows us to express some considerations on the methodological approach proposed by the above mentioned legislation.*

*In general, emerges a very articulated monitoring and classification system which allows to provide additional elements of knowledge than in the past.*

*Others innovative aspects include modulation of monitoring cycles (Surveillance-Operational Monitoring and Punctual Operational Monitoring) related with an upgrade of analytical programs, toward a general approach much more tied to the pressures which are insisting over GWBs.*

*Study of main contaminants occurrences compared with their SQA/VS allow to obtain a more detailed overview to assess main implications that favored groundwater contamination.*

*Chemical Status definition may be influenced by the natural background values (VF) of certain elements in very specific context. In Piedmont case such phenomena involves Nickel and ChromeVI. VF determination can give as a result VS modification for the considered elements inside the entire GWB area or parts of it.*

*However, difficulties arise when attempting accurate discrimination from mixed contributions (natural + anthropogenic) occurring in complex environmental scenarios.*

**Parole chiave:** Piemonte, monitoraggio, legislazione, gestione delle acque sotterranee.

**Keywords:** *Piedmont, Monitoring, Legislation, Groundwater management.*

Maria GOVERNA 

Regione Piemonte Direzione Ambiente, Torino  
maria.governa@regione.piemonte.it  
tel. 011-4322712

Riccardo BALSOTTI

ARPA Piemonte Struttura Specialistica Qualità delle Acque, Asti.  
r.balsotti@arpa.piemonte.it  
tel. 0141- 390022

Pubblicato online: 30 settembre 2013

© Associazione Acque Sotterranee 2013

## Introduzione

Le fasi di progettazione e realizzazione della Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee (RMRAS) sono state definite nei progetti VALLE TANARO, PR.I.S.M.A.S e PR.I.S.M.A.S II e a partire dal 2001 ne è stata avviata la fase di gestione ordinaria.

Contemporaneamente ha preso forma e si è evoluto il quadro normativo a partire dal D.lgs. 152/1999, attraverso il D.lgs. 152/2006 che recepisce la direttiva quadro sulle acque – WFD – 2000/60/CE fino ad arrivare al D.lgs. 30/2009 che recepisce la direttiva specifica sulle acque sotterranee – GWD – 2006/118/CE e al Decreto 260/2010 che regola i criteri per la classificazione.

Nel corso degli anni, al fine di ottimizzare l'attività di monitoraggio adeguandole al quadro normativo in continua evoluzione la RMRAS ha subito diversi aggiornamenti che hanno influito sia sul numero e ubicazione dei punti che sul protocollo analitico adottato; questo processo ha fatto evolvere la distribuzione areale dei punti basata inizialmente su presupposti geometrici verso una ripartizione basata su aspetti sostanzialmente idrogeologici.

Anche gli "oggetti" da monitorare, i corpi idrici sotterranei (GWB), hanno subito nel tempo una serie di ottimizzazioni e di adeguamenti alle normative. L'obiettivo di qualità ambientale previsto dalla WFD, verificato attraverso l'analisi delle pressioni e dei dati di Stato Chimico e Quantitativo, è di "BUONO"; le scadenze per le verifiche del suo raggiungimento sono 2015, 2021 e 2027.

La WFD individua il Piano di Gestione di Distretto Idrografico come lo strumento conoscitivo, strategico e operativo attraverso cui gli Stati membri devono operare a livello locale

al fine di perseguire il raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dal piano stesso.

Nel 2010 è stato adottato il Piano di Gestione del Distretto Idrografico del fiume Po di seguito indicato come PdG Po, elaborato a partire dai Piani di Tutela delle Acque, che integra le visioni strategiche delle regioni che costituiscono il distretto. In tale ambito, nel 2009 è stato avviato il primo ciclo triennale di monitoraggio; nel 2012 è stato avviato il secondo che terminerà nel 2014; i risultati del monitoraggio relativi ai due cicli concorreranno al calcolo degli indici di qualità per l'attribuzione dello Stato Ambientale della risorsa e quindi alla verifica del raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti.

## I corpi idrici sotterranei e la RMRAS

L'area di monitoraggio interessata è attualmente composta da 13 GWB-S relativi al sistema acquifero superficiale, 4 GWB-F relativi al sistema acquifero superficiale dei principali fondovalle alpini e appenninici e 6 GWB-P relativi al sistema acquifero profondo (Fig. 1 a-b).

Completa l'adeguamento del sistema, il Progetto MORIS (MONitoraggio Risorse Idriche Sorgive) che prevede la definizione e caratterizzazione dei principali complessi idrogeologici montani e collinari del territorio piemontese (Fig. 1 c) e l'individuazione delle sorgenti rappresentative che entreranno a far parte della RMRAS elencate nella successiva Tab. 1.

La RMRAS è costituita da circa 600 punti: il 66% è inerente al sistema acquifero superficiale e il rimanente 34% al sistema acquifero profondo; una parte di questi è costituita da 119 piezometri strumentati per la misura in continuo di livello e temperatura.

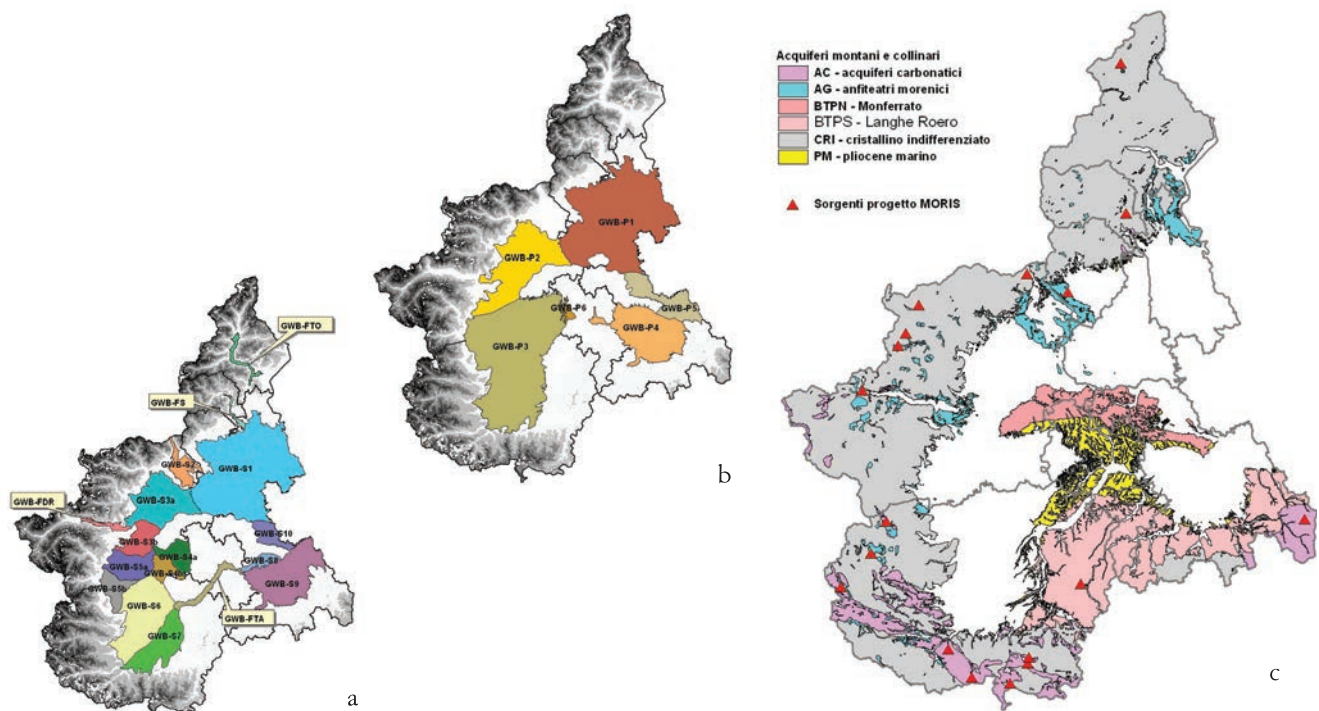


Fig. 1 - Sistema dei GWB superficiali e di fondovalle (a), profondi (b) e complessi idrogeologici montani e collinari (c).

Fig. 1 - Groundwater Bodies (GWB), phreatic GWB (a), deeper GWB (b) and mountain and hills hydrogeological complexes (c).

Tab. 1 - Sorgenti individuate nell'ambito del Progetto MORIS.

Tab. 1 - Project MORIS identified springs.

Denominazione	Comune	Prov.	Uso
SORGENTI DEL MAIRA	Acceglio	CN	Idropotabile parte
SORGENTE RIO SECCO	Baceno	VCO	Idropotabile
SORGENTE BAISO	Casteldelfino	CN	Idropotabile
SORGENTE SAN MEINERIO	Ceresole Reale	TO	Non captata
SORGENTE RIO MARTINO	Crissolo	CN	Non captata
SORGENTE LA PURISSIMA	Fabbrica Curone	AL	Idropotabile
SORGENTE BOSSEA	Frabosa Soprana	CN	Non captata
SORGENTE GRANDI BOSCHI	Groscavallo	TO	Idropotabile
SORGENTE DEL TENDA	Limone Piemonte	CN	Idropotabile
SORGENTE PIAN DELLA VALLE	Niella Belbo	CN	Idropotabile
SORGENTE FUSE	Ormea	CN	Non captata
SORGENTE FONTANACCE 1	Quarona	VC	Idropotabile
SORGENTE MONTELLINA	Quincinetto	TO	Idropotabile
SORGENTE DRAGONERA	Roaschia	CN	Idropotabile
SORGENTE BORELLO SUP.	Roburent	CN	Idropotabile
SORGENTE LE PIANE	Zubiena	BI	Idropotabile
SORGENTE S. MARIA	Novalesa	TO	Idropotabile

## La valutazione del rischio

Su tutti i GWB-S superficiali è stata condotta la valutazione del rischio di non raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti, considerando l'analisi delle pressioni, lo stato qualitativo (sulla base dei dati pregressi di monitoraggio) e gli impatti attesi ed è stata attribuita una categoria di rischio (R="a rischio", N="non a rischio", PR="probabilmente a rischio"); per i complessi idrogeologici montani e collinari è stata effettuata solo l'analisi delle pressioni.

L'analisi delle pressioni è stata condotta a partire dalle categorie di pressioni antropiche di origine diffusa o puntuale di seguito elencate, selezionando degli indicatori utilizzati per l'analisi del rischio (Tab. 2).

- aree agricole;
- surplus di azoto;
- aree urbanizzate;
- aree produttive (commerciale/industriale);
- aree adibite a discariche, cave e cantieri;
- siti contaminati.

Partendo dalle principali criticità incidenti su ciascun GWB si è passati ad una definizione di maggior dettaglio utilizzando degli indicatori specifici e al "giudizio esperto" nell'attribuzione della significatività di tali indicatori nell'ambito del contesto areale di riferimento. E' stato così possibile definire un quadro di sintesi dell'Analisi delle Pressioni, considerando il contributo di ogni singolo indicatore nell'ambito di un determinato GWB, come illustrato nella Tab. 2. Ciò ha permesso di valutare il rischio potenziale di alterazione dello

stato di qualità dei GWB che può condizionare il raggiungimento degli obiettivi di qualità.

La sostanziale differenza tra i sistemi idrici sotterranei gioca un ruolo fondamentale ai fini dell'interpretazione dei dati del monitoraggio: mentre l'acquifero superficiale si presenta come sostanzialmente omogeneo a livello di GWB e i punti di monitoraggio filtrano generalmente un unico livello permeabile con peculiari caratteristiche qualitative, l'acquifero profondo è un sistema multifalda e i punti di monitoraggio solitamente filtrano vari livelli produttivi sovrapposti, più o meno confinati tra loro e non necessariamente correlabili. La valutazione delle pressioni per il sistema profondo non è stata pertanto ancora sviluppata, sarà possibile farlo solo quando, con l'ausilio di studi dedicati, si avranno tutti gli elementi a disposizione a scala regionale.

## Lo Stato di Qualità dei corpi idrici sotterranei - triennio 2009-2011

Lo Stato Chimico (di seguito indicato come SC) dei GWB, rilevato nel triennio 2009-2011, è riportato nella Tab. 3; oltre al grado di attendibilità del giudizio di stato espresso tramite il "livello di confidenza", vengono anche riportate le percentuali relative di aree complessive risultate in SC BUONO all'interno di ciascun GWB, ricordando che solo percentuali uguali o superiori all'80% di area BUONO conferiscono uno SC BUONO al GWB considerato.

Nell'ambito del triennio si osserva una situazione nel complesso stabile con la maggior parte dei GWB che mantengono la stessa attribuzione di stato, sono 4 i GWB che mostrano

Tab. 2 - Attribuzione della categoria di rischio in base alle pressioni per i GWB superficiali.

Tab. 2 - Risk categories assignment for phreatic GWB.

GWB	Rischio Aree Agricole		Rischio Aree Industriali e Commerciali	Rischio Aree Urbane	Rischio Siti contaminati	Rischio Aree discariche cave e cantieri	RISCHIO PRESSIONI
	Rischio Surplus di Azoto						
GWB-S1	R	PR	PR	N	PR	PR	<b>R</b>
GWB-S2	R	R	PR	N	N	R	<b>R</b>
GWB-S3a	PR	N	R	N	R	PR	<b>R</b>
GWB-S3b	PR	PR	R	R	R	PR	<b>R</b>
GWB-S4a	R	PR	PR	N	PR	N	<b>R</b>
GWB-S4b	R	R	N	N	PR	N	<b>R</b>
GWB-S5a	R	R	PR	N	PR	N	<b>R</b>
GWB-S5b	R	R	N	N	N	N	<b>R</b>
GWB-S6	R	R	N	N	N	N	<b>R</b>
GWB-S7	PR	PR	N	N	N	N	<b>PR</b>
GWB-S8	R	R	N	N	N	N	<b>R</b>
GWB-S9	R	PR	PR	N	PR	N	<b>R</b>
GWB-S10	R	R	PR	N	PR	PR	<b>R</b>
GWB-FTA	R	PR	PR	N	R	PR	<b>R</b>
GWB-FDR	N	N	R	PR	R	R	<b>R</b>
GWB-FS	N	N	R	R	R	N	<b>R</b>
GWB-FTO	N	N	R	R	R	N	<b>R</b>

oscillazioni di giudizio di stato nel corso del triennio.

L'apparente evoluzione verso uno SC BUONO mostrata da GWB-S2, GWB-S5a, GWB-S5b e GWB-P3 non può essere attualmente interpretata come un effettivo miglioramento dello SC, infatti, proprio al fine di comprendere il grado d'incertezza nell'attribuzione del giudizio di stato nel corso del triennio è stato considerato il "livello di confidenza" (LC) che permette di valutare l'affidabilità del giudizio espresso tenendo conto di una serie d'indicatori operanti sia a livello di GWB che in ambito puntuale. La valutazione del LC dei GWB tiene conto di due elementi principali nel corso del triennio: la stabilità del giudizio di stato e le situazioni "border line"; queste ultime si manifestano quando le variazioni di stato di pochi punti di monitoraggio (al limite uno solo) possono determinare il passaggio di classe del GWB. La rilevanza di questo fenomeno è strettamente correlata all'incidenza dell'area d'influenza del singolo punto di monitoraggio (area del poligono di Thiessen) rispetto all'area totale del GWB e quindi al numero totale di punti del GWB: è evidente che in un GWB con pochi punti la variazione di classe anche di un solo punto può determinare la variazione di SC del GWB. Nella definizione dell'indicatore, il range di area intorno all'80%, soglia che determina il passaggio da SC BUONO a SC SCARSO da considerare come border line, è stato in-

dividuato tenendo conto dell'area media puntuale (superficie totale del GWB divisa per il numero dei relativi punti di monitoraggio); in questo modo vengono adeguatamente valutati scostamenti di percentuale di area BUONO sia per GWB con pochi punti che per GWB con numerosi punti.

Dall'esame della Tab. 3 si evince come la condizione "borderline" sia più incisiva in GWB con giudizio di stato BUONO intorno all'80% e una percentuale apprezzabile di superficie media puntuale. Il livello di confidenza totale (LCT) a scala di GWB si ottiene valutando sia la stabilità del giudizio di stato sia l'occorrenza di situazioni "borderline".

Al riguardo, si osserva come i GWB-S2 e GWB-S5b, per i quali il giudizio del triennio è BUONO, evidenzino in realtà un LCT Basso, a testimonianza del fatto che lo SC non appare consolidato e potrebbe essere soggetto ad oscillazioni. Questa evenienza si riscontra, in misura minore, anche su GWB-S5a e GWB-S7 che presentano un LCT Medio. Per questi GWB, l'alternanza del giudizio di stato può essere notevolmente influenzata da pochi risultati puntuali, che però rappresentano una porzione importante del GWB in funzione della relativa area media puntuale.

I GWB dei principali fondovalle denotano un LCT Basso in relazione all'unico dato disponibile del triennio (situazione "border line" obbligatoria) riferito al 2011.

Anno GWB	2009		2010		2011		Classificazione		LC Stabilità Triennio	LC B. line Triennio	LC TOTALE Triennio	Numero Punti GWB
	% Area Buono	Stato Chimico	% Area Buono	Stato Chimico	% Area Buono	Stato Chimico	Triennio 2009-2011	Triennio 2009-2011				
GWB-S1	62,0	SCARSO	72,2	SCARSO	61,8	SCARSO	SCARSO	A	A	A	104	
GWB-S2	63,4	SCARSO	96,3	BUONO	89,1	BUONO	BUONO	B	B	B	10	
GWB-S3a	49,3	SCARSO	45,7	SCARSO	58,0	SCARSO	SCARSO	A	A	A	23	
GWB-S3b	47,5	SCARSO	64,5	SCARSO	57,0	SCARSO	SCARSO	A	A	A	7	
GWB-S4a	4,4	SCARSO	29,5	SCARSO	21,7	SCARSO	SCARSO	A	A	A	9	
GWB-S4b	63,1	SCARSO	78,5	SCARSO	78,5	SCARSO	SCARSO	A	B	M	4	
GWB-S5a	73,4	SCARSO	74,0	SCARSO	86,9	BUONO	SCARSO	B	A	M	17	
GWB-S5b	63,7	SCARSO	92,3	BUONO	84,9	BUONO	BUONO	B	B	B	10	
GWB-S6	56,3	SCARSO	63,6	SCARSO	58,3	SCARSO	SCARSO	A	A	A	41	
GWB-S7	74,5	SCARSO	58,3	SCARSO	78,3	SCARSO	SCARSO	A	B	M	35	
GWB-S8	34,4	SCARSO	49,8	SCARSO	29,9	SCARSO	SCARSO	A	A	A	12	
GWB-S9	46,0	SCARSO	26,4	SCARSO	35,1	SCARSO	SCARSO	A	A	A	55	
GWB-S10	61,2	SCARSO	53,9	SCARSO	60,0	SCARSO	SCARSO	A	A	A	12	
GWB-FTA	46,8	SCARSO	35,7	SCARSO	51,5	SCARSO	SCARSO	A	A	A	38	
GWB-FTO					80,9	BUONO	BUONO		B	B	6	
GWB-FS					84,7	BUONO	BUONO		B	B	5	
GWB-FDR					75,8	SCARSO	SCARSO		B	B	4	
GWB-P1	84,3	BUONO	88,4	BUONO	88,6	BUONO	BUONO	A	A	A	99	
GWB-P2	45,8	SCARSO	56,7	SCARSO	57,3	SCARSO	SCARSO	A	A	A	36	
GWB-P3	79,5	SCARSO	76,0	SCARSO	80,4	BUONO	SCARSO	B	B	B	52	
GWB-P4	57,9	SCARSO	78,1	SCARSO	76,0	SCARSO	SCARSO	A	B	M	14	
GWB-P5	100,0	BUONO	93,6	BUONO	100,0	BUONO	BUONO	A	B	M	3	
GWB-P6	100,0	BUONO	100,0	BUONO	100,0	BUONO	BUONO	A	B	M	1	

Tab. 3 - Stato Chimico triennio 2009-2011 e Livello di Confidenza (LC) areale.

Tab. 3 - Chemical Status of triennium 2009-2011 and areal Confidence Level (LC).

Per quanto concerne le falde profonde, solo GWB-P3 nel corso del triennio ha presentato un giudizio di stato oscillante, mentre tutti gli altri conservano una valutazione costante. I GWB-P4, GWB-P5 e GWB-P6 presentano un LCT Medio per la presenza di situazioni "border line"; quest'ultime risultano accentuate in GWB-P5 (con 5 punti di monitoraggio), e soprattutto in GWB-P6 con un unico punto di monitoraggio. Si rimarca infine come il LC puntuale giochi un ruolo importante nella valutazione del giudizio di stato complessivo, soprattutto se si considera come sommatoria di tutti i contributi puntuali a livello di GWB.

La determinazione dello SC delle acque sotterranee è riferita a soglie di concentrazione dei principali contaminanti stabilite sia a livello europeo (SQA) che nazionale (VS di cui all'Allegato 3 del D.lgs. 30/2009).

È importante comprendere i processi ambientali che stanno alla base degli eventuali superamenti degli SQA/VS, per cercare di capire nel dettaglio le fenomenologie in atto, anche nell'ottica di un perfezionamento degli interventi per la gestione e pianificazione del territorio sul quale insistono le pressioni che generano gli impatti.

In tale prospettiva appare rilevante non solo riferirsi agli SQA/VS, ma valutare la presenza/assenza di una determinata sostanza (o categoria di sostanze) e la sua evoluzione nel corso degli anni.

Al riguardo, sono stati evidenziati gli impatti, intesi come presenze, dei principali contaminanti del sistema idrico sotterraneo piemontese: Nitrati, Pesticidi, VOC (Composti Organici Volatili), Nichel e Cromo esavalente.

Sono stati quindi considerati i criteri per identificare l'impatto, in relazione al riscontro dei suddetti contaminanti; ad esempio per i Nitrati la soglia di concentrazione individuata per definire un impatto presente è di 25 mg/L.

A seguito di questa valutazione vengono riportate le distribuzioni areali degli impatti e dei superamenti del SQA/VS di ogni punto per tutti i GWB superficiali

- **NITRATI** (Fig.2) - le aree maggiormente interessate dal fenomeno sono la parte est di GWB-S9, GWB-S4a e le zone centrali di GWB-S6 e GWB-S7. In queste porzioni di territorio, contraddistinte da un'intensa vocazione agricola e zootecnica, incidono notevolmente le pressioni caratteristiche che generano l'impatto da Nitrati sulle acque sotterranee. Si evidenziano infine altri settori dove il fenomeno è meno incisivo, come la parte est di GWB-S5a, la parte ovest di GWB-S1 e GWB-FTA; anche queste zone sono caratterizzate da pratiche agricole intensive.
- **PESTICIDI** (Fig.3) - la zona più critica, con numerosi superamenti del SQA e un impatto significativo, è GWB-S1 che evidenzia uno scenario intimamente legato alle sostanze impiegate nella pratica risicola, molto diffusa in questa parte del territorio piemontese. Per quanto riguarda le altre zone interessate dal fenomeno, si osserva una ripartizione dei punti abbastanza simile a quella dei Nitrati, infatti ambedue i parametri hanno un impiego ai fini agricoli.
- **VOC** (Fig.4) - il fenomeno interessa principalmente set-

tori localizzati all'interno di alcuni GWB (superamenti dei VS). Gli areali maggiormente interessati riguardano: il settore NE di GWB-S9, il settore NO di GWB-S10, il settore SO di GWB-S6, il settore Astigiano di GWB-FTA e buona parte di GWB-S3b. Si riconoscono inoltre distribuzioni più sporadiche e irregolari dei riscontri e/o dei superamenti del VS, come in GWB-S3a e GWB-S1. I settori dove si manifesta l'impatto sono generalmente associati a zone industriali, zone altamente urbanizzate e zone con presenza di siti contaminati.

- **NICHEL** (Fig.5) - la valutazione dell'impatto da Nichel tiene conto dello studio sui valori di fondo naturale (VF) dei metalli che indica una prevalente origine naturale del Nichel. I settori con anomalie da Nichel riguardano principalmente la parte SO di GWB-S1, l'intero GWB-S3a e la parte centrale di GWB-S9. Per ciascuno di questi areali si potrà considerare un nuovo VS sulla base del valore di VF individuato. Riscontri sporadici e localizzati di Nichel si ritrovano anche in GWB-S3b, GWB-S5a, GWB-S5b, GWB-S6, GWB-S7 e GWB-FTA.
- **CROMO VI** (Fig.6) - La zona che presenta il maggior numero di riscontri e superamenti del VS è GWB-S9; seguono, con un numero minore di riscontri/superamenti, GWB-S8, GWB-S3b e GWB-S4a. Anche per il Cromo esavalente sono in corso studi per la determinazione del VF, ma la determinazione dell'origine naturale o antropica, risulta molto più complessa rispetto al Nichel: pur sussistendo degli elementi comuni dal punto di vista dei processi genetici e delle caratteristiche dell'acquifero, possono verificarsi situazioni di coesistenza dei contributi antropico e naturale difficilmente distinguibili.

Per quanto riguarda le falde profonde si formulano le se-

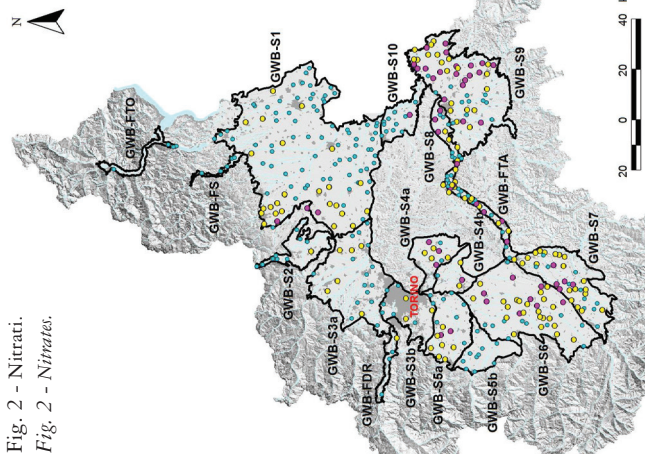


Fig. 2 - Nitriti.  
Fig. 2 - Nitrates.

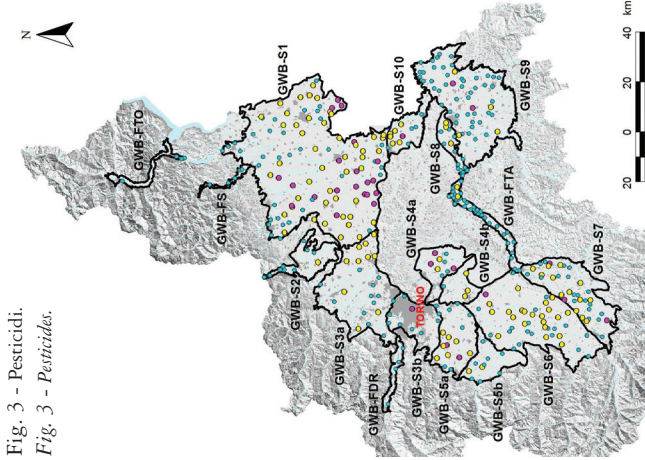


Fig. 3 - Pesticidi.  
Fig. 3 - Pesticides.

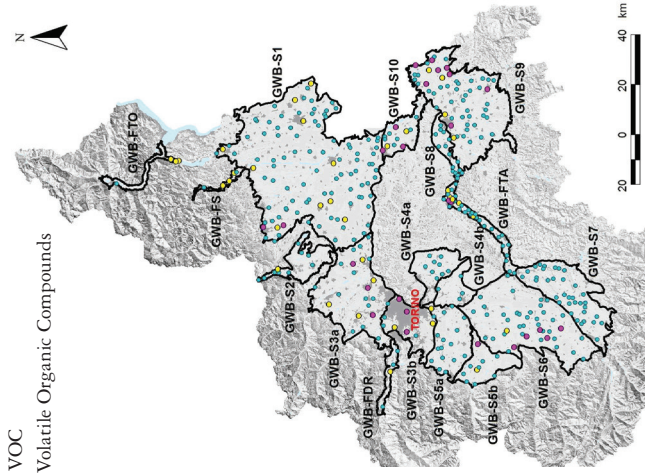


Fig. 4 - VOC  
Fig. 4 - Volatile Organic Compounds

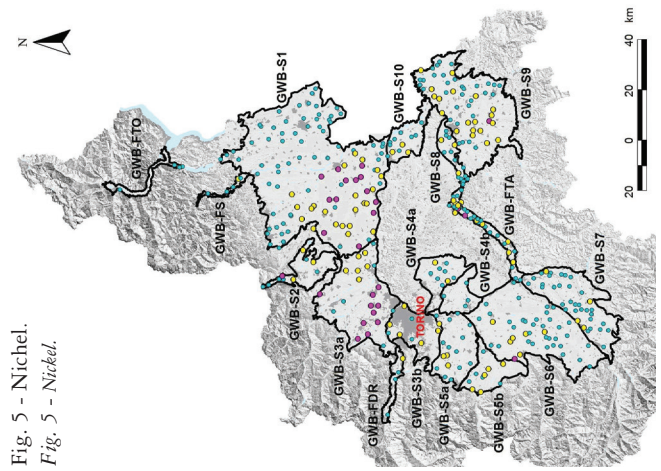


Fig. 5 - Nichel.  
Fig. 5 - Nickel.

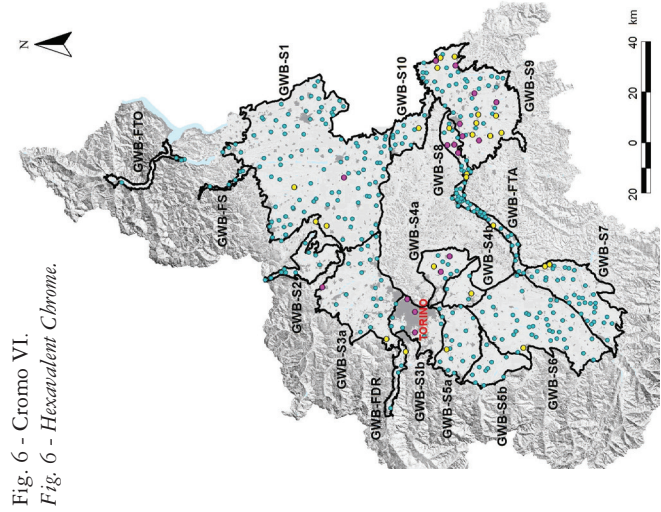


Fig. 6 - Cromo VI.  
Fig. 6 - Hexavalent Chrome.

Figg. 2-6: Falde superficiali, impatti e superamenti del SQA/VS - vengono indicati: in azzurro, l'assenza d'impatto, in giallo la presenza d'impatto e in viola il superamento del VS/SQA.

Figg. 2-6: Phreatic aquifers, impacts (yellow) and SQAVS exceedances (violet).

guenti considerazioni:

- **NITRATI** (Fig.7) - le aree maggiormente interessate dai riscontri sono: la parte est di **GWB-P4**, la parte est di **GWB-P3** e la parte ovest di **GWB-P2**. Nei primi due casi le occorrenze si ritrovano in zone con notevoli pressioni agricole, dove anche l'acquifero superficiale risulta impattato. E' presumibile che in queste zone si verifichino fenomeni di comunicazione tra i due sistemi acquiferi.
- **PESTICIDI** (Fig.8) - il fenomeno è essenzialmente circoscritto a **GWB-P1** dove anche il sovrastante **GWB-S1** (Fig.3) risulta impattato. È probabile che la contaminazione dell'acquifero superficiale, in determinate condizioni idrogeologiche e/o idrauliche, possa interessare anche il sottostante sistema profondo. Una situazione analoga, anche se a una scala nettamente inferiore per il numero di punti coinvolti, interessa anche **GWB-P3** e **GWB-P2**.
- **VOC** (Fig.9) - queste sostanze rappresentano una delle principali criticità del sistema acquifero profondo, il **GWB-P2** è il più critico dove oltre ai numerosi riscontri di sostanze, si osservano molteplici superamenti dei VS. Mentre nell'area Torinese il fenomeno risulta di tipo diffuso, negli altri **GWB** appare più localizzato e circoscritto ai poli industriali. Questo aspetto è più evidente in **GWB-P1**, dove sia i riscontri che i superamenti dei VS, si manifestano in prevalenza associati alle aree industriali di Novara, Borgomanero e Biella e nella parte apicale di **GWB-P3**, in corrispondenza dei poli industriali della cintura Torinese sud. Anche in questo caso sono da ipotizzare fenomeni di veicolazione dall'acquifero superficiale, fenomeno che può verificarsi anche se le falde profonde sono naturalmente più protette, in quanto alcuni VOC non sono idrosolubili, hanno una densità nettamente maggiore di quella dell'acqua e una viscosità considerevolmente minore. Tali caratteristiche favoriscono una loro veloce migrazione nella parte inferiore dell'acquifero, dove tendono a depositarsi e a rimanere a lungo a causa della loro scarsa degradabilità ed elevata persistenza. Le opere di captazione stesse possono (se mal costruite o degradate) favorire la veicolazione verso le falde profonde.
- **NICHEL** (Fig.10) - si osservano pochi riscontri che interessano sostanzialmente **GWB-P4** e **GWB-P2** dove si evidenziano alcuni superamenti del VS. E' interessante osservare come i corrispondenti **GWB** superficiali in Fig. 5 (**GWB-S9** per **GWB-P4** e in particolare **GWB-S3a** per **GWB-P2**) siano quelli con anomalie da Nichel di origine naturale. Pertanto, anche in questo caso, è possibile ipotizzare fenomeni di comunicazione tra i sistemi acquiferi, oppure interazioni chimico fisiche tra le acque circolanti e le formazioni incassanti profonde simili a quelle nei sovrastanti acquiferi superficiali.
- **CROMO VI** (Fig.11) - rappresenta, insieme ai VOC, una delle principali criticità per le falde profonde. Si rileva, come accennato in precedenza, la difficoltà nel discriminare l'origine naturale o antropica. Ad esempio, in **GWB-P1** le occorrenze e superamenti del VS nei dintorni di Novara (dove erano stati individuati anche anomalia

lie da VOC) sono ascrivibili a fattori antropici, mentre le occorrenze nella parte Sud Ovest dello stesso **GWB** (dove nel **GWB-S1** superficiale era stata definita una anomalia da Nichel e comunque in assenza di pressioni caratteristiche), potrebbero ricondursi a fattori naturali. Si noti come lo stesso settore di **GWB-P1** non abbia mostrato occorrenze da Nichel, si potrebbe ipotizzare l'eventuale sussistenza di processi geochimici differenziali, per quanto riguarda la solubilizzazione dei metalli presenti in quel settore di acquifero profondo. Nell'area torinese (**GWB-P2**) si osserva corrispondenza con i riscontri di VOC, deponendo a favore di una sostanziale origine antropica del Cromo esavalente. Nel **GWB-P3** la situazione è molto più complicata: nella zona nord si evidenzia una componente antropica (avvalorata anche dalla presenza dei VOC), mentre nella parte centrale potrebbe prevalere un fattore naturale in possibile coesistenza con elementi antropici. Anche il **GWB-P4** potrebbe denotare una situazione "mista", (fattori antropici e naturali), avvalorabili anche dalla presenza di Nichel e dalla vicinanza di formazioni rocciose con tenori elevati di Nichel e Cromo, il cui smantellamento avrebbe dato origine alle attuali formazioni acquifere. E' auspicabile che in futuro, approfittando anche degli LCL più bassi per Nichel e Cromo impiegati a partire dal 2011 e delle risultanze dello studio sui VE, sia possibile acquisire elementi ai fini dell'interpretazione delle fenomenologie che coinvolgono il Cromo esavalente.

### **Rete di monitoraggio del secondo triennio di monitoraggio (2012 – 2014)**

Secondo i presupposti del D.lgs. 30/2009, con l'intento di fornire un quadro conoscitivo completo e corretto dello stato della risorsa, di rilevare la presenza di eventuali tendenze all'aumento della concentrazione di inquinanti e per assicurare la conformità agli obiettivi, sono stati definiti due programmi di monitoraggio con le seguenti caratteristiche:

- **Monitoraggio di Sorveglianza:** ha la finalità di integrare e validare la caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei individuati e la valutazione del rischio di non raggiungimento degli obiettivi di stato chimico prefissati; è inoltre utile per definire le tendenze a lungo termine e le concentrazioni di fondo naturale.

- **Monitoraggio Operativo:** al fine di stabilire lo stato di qualità dei corpi idrici sotterranei definiti a rischio di non raggiungere gli obiettivi prefissati e la presenza di significative e durature tendenze ascendenti nella concentrazione di inquinanti.

L'organizzazione ed in particolare la frequenza dei Monitoraggi di Sorveglianza e Operativo è sostanzialmente funzione delle conoscenze acquisite nel corso delle attività di monitoraggio pregresse che confermano o meno l'analisi delle pressioni effettuata e quindi del rischio di non raggiungimento degli obiettivi attraverso i risultati del monitoraggio.

Sulla base dell'Analisi di Rischio condotta per l'avvio del primo triennio 2009-2011 è stata ridefinita la tipologia di



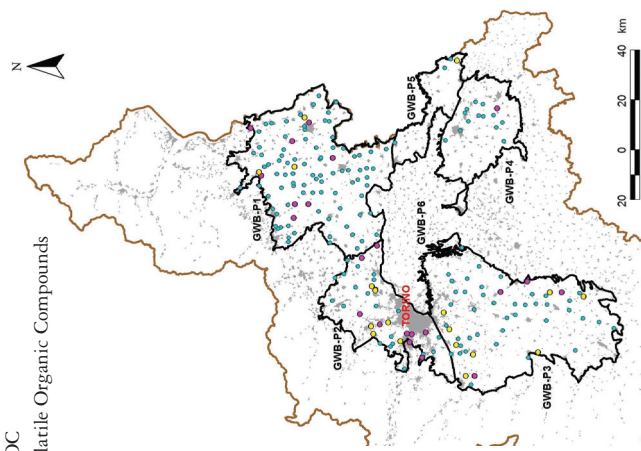


Fig. 9 - VOC  
Fig. 9 - Volatile Organic Compounds

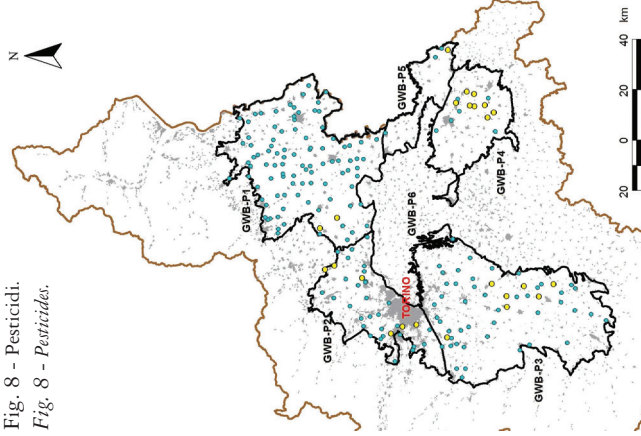


Fig. 8 - Pesticidi.  
Fig. 8 - Pesticides.

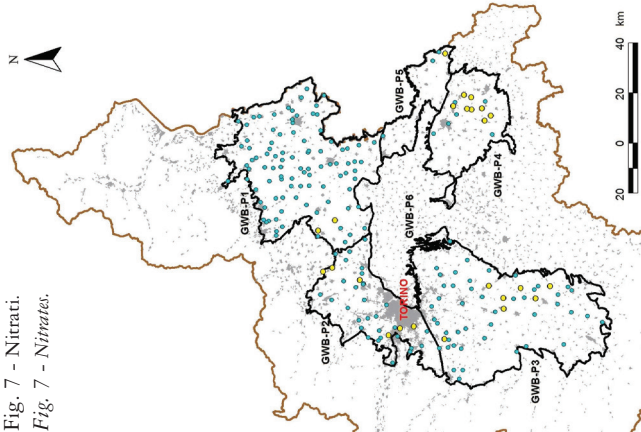


Fig. 7 - Nitrati.  
Fig. 7 - Nitrates.

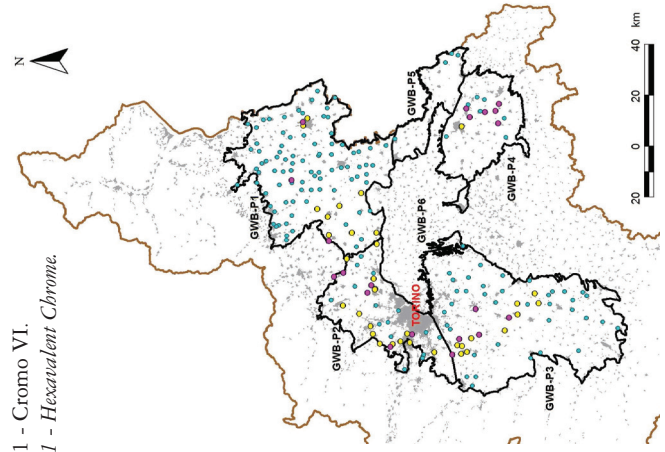


Fig. 11 - Cromo VI.  
Fig. 11 - Hexavalent Chrome.

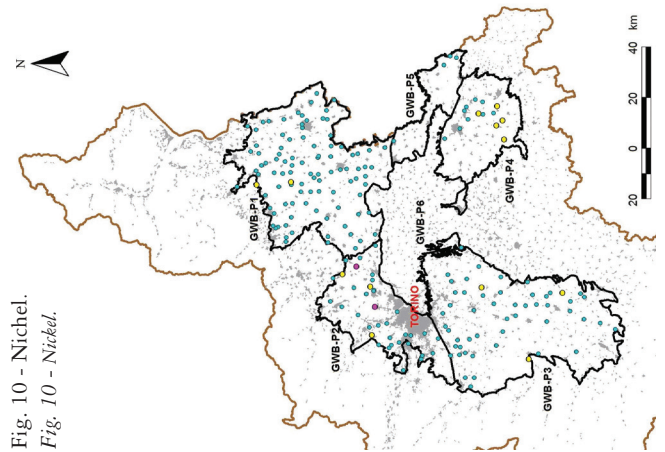


Fig. 10 - Nichel.  
Fig. 10 - Nickel.

Figg. 7-11: Falde profonde, impatti e superamenti del SQA/VS - vengono indicati: in azzurro, l'assenza d'impatto, in giallo la presenza d'impatto e in viola il superamento del VS/SQA.

Figg. 7-11: Deep aquifers, impacts (yellow) and SQA/VS exceedances (violet).

monitoraggio: per i GWB in stato SCARSO è prevista l'alternanza tra il Monitoraggio di Sorveglianza e quello Operativo, per quelli in stato BUONO è previsto il Monitoraggio di Sorveglianza.

Pertanto lo schema del piano di monitoraggio per il periodo 2012-2014 è il seguente:

**S-gwb** - Monitoraggio di Sorveglianza: tutti i punti di monitoraggio sono sottoposti a protocollo analitico completo (cf. successivo paragrafo); si esegue su tutti i GWB per un anno nel ciclo 2012-2014.

**O-gwb** - Monitoraggio Operativo: tutti i punti dei GWB in stato SCARSO (anche per un solo anno) o a rischio per le pressioni sono sottoposti ad un protocollo analitico sito specifico; si effettua sui GWB per due anni nel ciclo 2012-2014 alternato a S-gwb.

**O-punt** - Monitoraggio Operativo Puntuale: i punti dei GWB non a rischio che evidenziano superamenti di SQA o VS o comunque riscontri di pesticidi, solventi, metalli pesanti e nitrati (superiori a 10 mg/L) sono sottoposti ad un protocollo sito specifico; si effettua sui punti dove viene effettuato il S-gwb, per due anni nel ciclo 2012-2014 alternato a S-gwb stesso.

Nella Tab. 4 viene indicata, per ciascun GWB, la relativa tipologia di monitoraggio per ogni anno del ciclo.

## Definizione del Protocollo Analitico in relazione alla tipologia di monitoraggio

Il protocollo analitico prevede il raggruppamento delle sostanze da determinare nelle seguenti macrocategorie:

- Parametri generali (compresi i nitrati)
- Metalli
- Pesticidi
- VOC (clorurati e aromatici).

**S-gwb**: è prevista la determinazione dei parametri di tutte le categorie sopra descritte con 2 campionamenti nell'anno di monitoraggio.

**O-gwb** e **O-punt**: è prevista la determinazione dei parametri generali di base; i parametri delle altre macrocategorie sono selezionati sulla base di un criterio di sito specificità secondo modalità che tengono conto della presenza delle pressioni rilevanti e considerando sia i risultati pregressi che quelli del primo ciclo di monitoraggio; sono previsti 4 campionamenti nei due anni di monitoraggio.

L'aspetto saliente che risalta dal piano proposto è la modulazione dei cicli di monitoraggio e il fatto che i protocolli analitici, per il monitoraggio Operativo, siano sempre più strettamente connessi alla tipologia di pressioni che interessano i GWB.

GWB	Rischio Pressioni	Stato Chimico 2009-2011	Livello di confidenza	Monitoraggio 2012	Monitoraggio 2013	Monitoraggio 2014	N° Punti GWB 2011
GWB-S1	R	SCARSO	Alto	S-gwb	O-gwb	O-gwb	107
GWB-S2	R	BUONO	Basso	S-gwb	O-gwb	O-gwb	10
GWB-S3a	R	SCARSO	Alto	O-gwb	S-gwb	O-gwb	23
GWB-S3b	R	SCARSO	Alto	O-gwb	S-gwb	O-gwb	8
GWB-S4a	R	SCARSO	Alto	O-gwb	S-gwb	O-gwb	10
GWB-S4b	R	SCARSO	Medio	O-gwb	S-gwb	O-gwb	4
GWB-S5a	R	SCARSO	Medio	O-gwb	S-gwb	O-gwb	17
GWB-S5b	R	BUONO	Basso	O-gwb	S-gwb	O-gwb	10
GWB-S6	R	SCARSO	Alto	O-gwb	S-gwb	O-gwb	41
GWB-S7	PR	SCARSO	Medio	O-gwb	S-gwb	O-gwb	35
GWB-S8	R	SCARSO	Alto	O-gwb	O-gwb	S-gwb	12
GWB-S9	R	SCARSO	Alto	O-gwb	O-gwb	S-gwb	56
GWB-S10	R	SCARSO	Alto	O-gwb	O-gwb	S-gwb	12
GWB-FTA	R	SCARSO	Alto	O-gwb	O-gwb	S-gwb	39
GWB-FDR	R	BUONO	Basso	O-gwb	O-gwb	O-gwb	4
GWB-FS	R	BUONO	Basso	O-gwb	O-gwb	O-gwb	4
GWB-FTO	R	BUONO	Basso	O-gwb	O-gwb	O-gwb	7
GWB-P1	ND	BUONO	Alto	S-gwb	O-punt	O-punt	99
GWB-P2	ND	SCARSO	Alto	O-gwb	S-gwb	O-gwb	38
GWB-P3	ND	SCARSO	Basso	O-gwb	S-gwb	O-gwb	52
GWB-P4	ND	SCARSO	Medio	O-gwb	O-gwb	S-gwb	14
GWB-P5	ND	BUONO	Medio	O-punt	O-punt	S-gwb	3
GWB-P6	ND	BUONO	Medio	O-punt	O-punt	S-gwb	1

Tab. 4 - Descrizione attività di monitoraggio per il triennio 2012-2014.

Tab. 4 - Description of Monitoring activities for triennium 2012-2014.

Con il Programma proposto s'intende consolidare nel tempo un approccio al monitoraggio che consenta: da un lato di fornire elementi conoscitivi specifici per le problematiche in esame e dall'altro razionalizzare risorse ed attività per le situazioni che effettivamente lo richiedono.

### Stato Quantitativo

Il D.lgs. 30/2009 prevede anche la realizzazione di una rete per il monitoraggio quantitativo per rilevare lo Stato Quantitativo di tutti i GWB; un supporto a tale valutazione è fornito dai 119 piezometri della RMRAS strumentati per la misura in continuo del livello piezometrico.

La produttività degli acquiferi piemontesi garantisce una disponibilità idrica poco influenzabile dai prelievi esistenti, fa eccezione il GWB-P6 relativo ai campi pozzi di interesse regionale di Bonoma-Cantarana e Daghina-Bonoma "storicamente" affetti da sofferenza quantitativa a causa del sovraffruttamento a scopo idropotabile. In generale le valutazioni sulle escursioni di livello dei piezometri strumentati permettono di assumere uno Stato Quantitativo BUONO per tutti i GWB e SCARSO per il GWB-P6.

### I Valori di Fondo naturale delle acque sotterranee

Il valore di fondo naturale (VF) è la soglia di concentrazione di una sostanza nelle acque sotterranee in assenza di alterazioni antropogeniche, riveste un ruolo importante per la corretta interpretazione delle anomalie e per l'attribuzione dell'eventuale origine antropica e rappresenta un obiettivo fondamentale nell'ambito della definizione degli effettivi Valori Soglia (VS) da considerare per il calcolo dello Stato Chimico.

La normativa prevede che i VS vengano adeguati ai VF nel caso sia dimostrata scientificamente la presenza di metalli o altri parametri di origine naturale in concentrazioni superiori ai VS stessi.

La definizione del VF può interessare l'intero GWB, o porzioni dello stesso.

Nel contesto piemontese questo aspetto riguarda esclusivamente i metalli: la presenza di metalli pesanti nelle acque sotterranee può essere ricondotta sia a cause di origine antropica che a un'origine naturale legata alla composizione delle formazioni geologiche che costituiscono l'acquifero, al tempo di permanenza/interazione acqua/roccia e alle condizioni chimico-fisiche del sistema.

La determinazione dei VF per i metalli è stata oggetto di uno studio dedicato del quale si forniscono di seguito alcuni dettagli.

Il dataset utilizzato per l'implementazione dello studio è riferito al protocollo di monitoraggio per il periodo 2005 – 2011. La base dati di riferimento è stata integrata calcolando, per ogni parametro di interesse, la media annuale per ciascun punto della RMRAS, ottenendo quindi cinque medie "annuali" per ciascun punto di monitoraggio.

La serie delle medie annuali è stata affiancata dagli indicatori statistici di base: minimo, massimo, media aritmetica, mediana, 25° e 75° percentile (utili alla rappresentazione gra-

fica "box plot"), dispersione in termini di deviazione standard assoluta e relativa (RSD% come rapporto espresso in percentuale tra la deviazione standard e la media del punto).

La media aritmetica delle medie annuali, in particolare, è l'indicatore fondamentale per le valutazioni di omogeneità di un parametro nelle aree di interesse. L'affidabilità e rappresentatività del singolo punto/parametro derivano proprio dallo studio e dall'analisi dei dati anomali in senso statistico.

Dal dataset di partenza sono state considerate le occorrenze dei seguenti metalli in relazione ai VS: Arsenico, Cadmio, Cromo Totale, Cromo VI, Mercurio, Nichel e Piombo, valutando la percentuale di punti con presenza di valori superiori al LCL e la percentuale di punti dove il valore medio risultava effettivamente superiore al VS. Cadmio, Piombo, Mercurio e Arsenico sono state esclusi in quanto le occorrenze rilevate per il periodo considerato erano inferiori al 1% sul totale delle medie dei campioni.

Sono stati quindi selezionati il Nichel e il CromoVI; per una corretta valutazione del fenomeno è stato inoltre considerato, il Cromo Totale anche se, per le concentrazioni evidenziate, non risulta problematico dal punto di vista ambientale oltre.

Per quanto riguarda il CromoVI, essendo il VS espresso dalla normativa coincidente con il LCL del metodo utilizzato per la sua determinazione (5 µg/L), è stato eseguito un upgrade della strumentazione analitica che ha consentito l'acquisizione dei dati di CromoVI fino a 1 µg/L.

Parallelamente alle elaborazioni statistiche sono stati affrontati i principali aspetti che concorrono alla definizione del modello concettuale (geologia, idrogeologia, mineralogia, petrografia, geochimica delle acque e delle rocce) corredati anche dallo studio sulle pressioni, la cui disamina, ha evidenziato degli scenari compatibili con le anomalie riscontrate, sia per quanto concerne il Nichel che il Cromo. Tutto ciò ha consentito di configurare scenari sensibilmente diversi per le anomalie dei metalli esaminati. Mentre per il Nichel, che interessa sostanzialmente il sistema acquifero superficiale, è stato possibile ipotizzare settori di anomalia con una prevalente (o esclusiva) origine naturale, per il CromoVI la situazione è risultata molto più complicata dalla coesistenza di fattori antropici e naturali inoltre, nel caso delle falde profonde, è anche da tenere presente la possibilità di comunicazione idrica con il sovrastante sistema acquifero superficiale. Risulta pertanto difficoltosa la definizione del VF "esclusivamente naturale" per il CromoVI.

Il VF è stato definito come intervallo tra la media delle medie annuali e il massimo delle medie annuali del periodo per tutte le aree prescelte così come previsto dal modello concettuale elaborato.

Si riporta di seguito l'esempio del Nichel per GWB-S1 (Fig. 12), dove sono state definite due sub-aree: GWB-S1-B, nella parte NE con una sostanziale assenza del fenomeno e GWB-S1-A, nel settore sud ovest, con presenza di anomalie.

Le sub-aree denotano una configurazione particolare, in accordo con l'andamento piezometrico regionale. Il GWB-S1, come evidenziato dalla Fig. 13, è composto dalle Aree Idro-

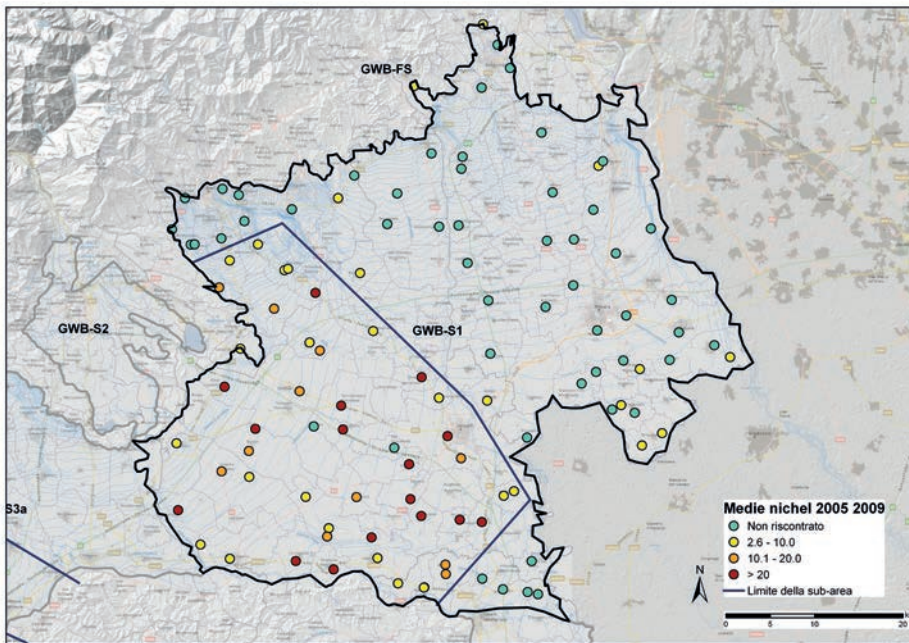


Fig. 12 - Suddivisione di GWB-S1 in sub-aree.

Fig. 12 - GWB-S1 sectioning into subareas.

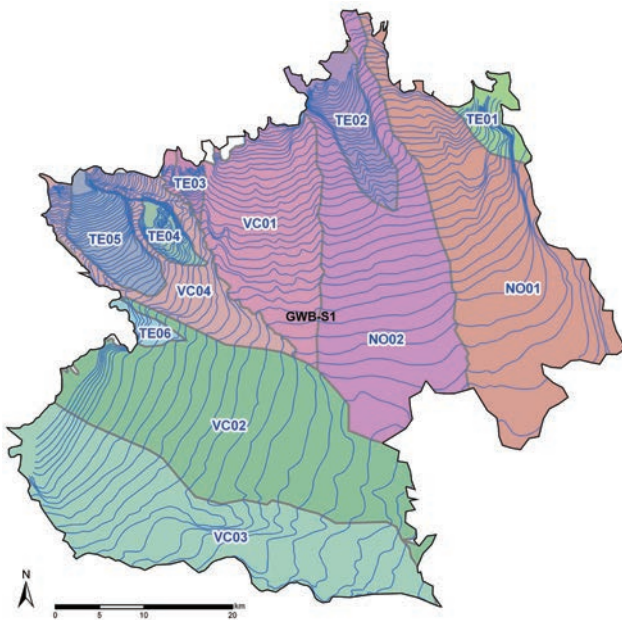


Fig. 13 - Aree Idrogeologicamente separate di GWB-S1 e direzione di deflusso della falda superficiale.

Fig. 13 - GWB-S1 Hydrogeological areas and groundwater flow directions.

geologicamente Separate (dove si assume un campo di moto dell'acquifero superficiale sostanzialmente omogeneo) NO01, NO02, VC01, VC02, VC03 e VC04. La sub-area di interesse GWB-S1-A è congruente con VC02, VC03 e VC04, mentre la sub-area GWB-S1-B, dove il fenomeno non sussiste, con VC01, NO01 e NO02.

La necessità di individuare le sub-aree è stata confermata anche dalle tecniche statistiche, che consentono una maggior precisione nelle stime dei range rappresentativi del Nichel in

funzione delle sub-aree stesse. Sono stati comparati i box-plot e gli istogrammi relativi alle concentrazioni di Nichel nelle due sub-aree (Fig. 14), confermando la sostanziale differenza del fenomeno nei due settori.

L'ultima fondamentale verifica è stata effettuata studiando la distribuzione spaziale del Nichel con la tecnica "hot-spot", basata sul calcolo dell'indice  $G_i^*(d)$  (Ord e Getis, 1995) che misura statisticamente la concentrazione o la equidistribuzione di una variabile spazialmente distribuita, espresso in termini di z-score, tanto più elevati quanto più il valore di  $G_i^*$  riferito al punto è superiore alla media attesa. La Fig. 15 riporta la rappresentazione spaziale dell'indice, confermando come le concentrazioni significative di Nichel siano sostanzialmente dislocate nella sub-area GWB-S1-A.

La procedura per il calcolo del VF prende quindi in esame la sub-area GWB-S1-A che disponendo di quasi 50 punti di indagine rappresenta un campione statistico con una numerosità sufficiente allo scopo. Innanzitutto è importante verificare che sia il set delle medie di periodo che quello delle massime medie annuali siano rappresentativi, ciascuno, di una sola popolazione statistica, indagando l'eventuale presenza di:

- dati statisticamente anomali
- "multiple" popolazioni.

I diagrammi box plot mostrano un certo numero di dati "outlier" per la serie delle medie di periodo, ma essi non sembrano essere nient'altro che il prolungamento della "coda" destra della distribuzione, in quanto l'asimmetria è molto pronunciata e di tipo "strutturale" già a partire dalla mediana interna al box. La serie delle massime medie presenta invece un unico valore "outlier", che non può essere considerato anomalo in quanto molto vicino al "baffo" superiore del box plot corrispondente.

I box plot suddetti rendono anche evidente che l'utilizzo del solo set di dati delle medie porterebbe a sottostimare l'ampiezza dell'intervallo tipico del Nichel nella sub-area di interesse.

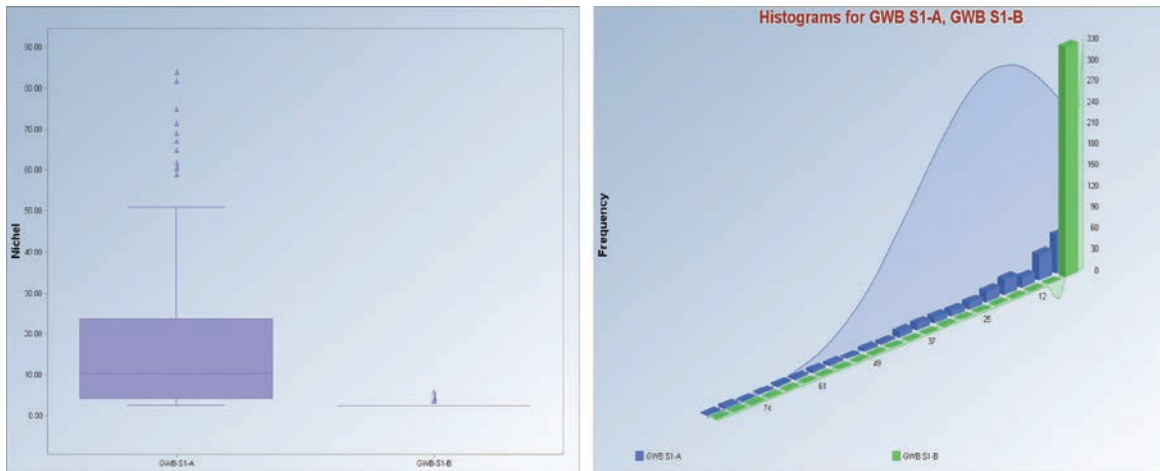


Fig. 14 - Box plot e istogrammi relativi alle due sub-aree di GWB-S1.

Fig. 14 - Box plot and histograms related to GWB-S1 subareas.

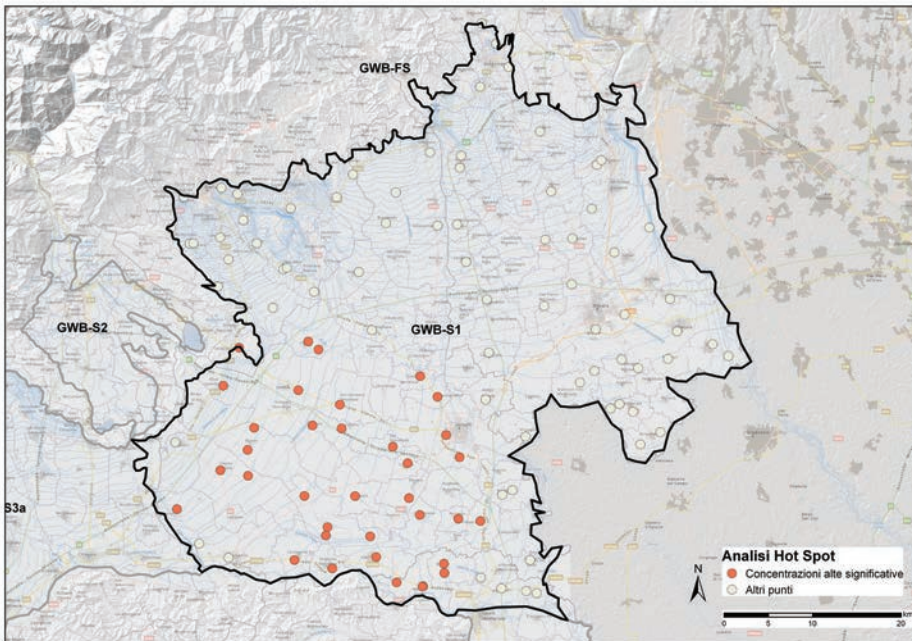


Fig. 15 - Analisi hot-spot per GWB-S1.

Fig. 15 - GWB-S1 hot-spot analysis.

L'assenza di popolazioni multiple è inoltre verificabile dall'istogramma comparativo dal quale si evince che le rare classi prive di dati non consentono di individuare raggruppamenti, escludendo quindi la presenza di doppie o multiple popolazioni statistiche.

L'istogramma mostra inoltre che il set delle massime medie assume valori superiori al set delle medie di periodo, ma coerenti con esse. Come conseguenza di queste verifiche iniziali nessun dato verrà considerato anomalo, tutti i dati disponibili saranno utilizzati.

La distribuzione statistica di riferimento è "Gamma" per entrambi i set di dati, come osservabile dai diagrammi Q-Q plot di Fig. 16.

La distribuzione "Gamma", insieme alla distribuzione Lo-

gnormale, è una delle tipiche distribuzioni asimmetriche positive, caratteristiche dei dati ambientali.

Il valore limite superiore dell'intervallo tipico di variazione del Nichel nell'area d'interesse viene a sua volta stimato per mezzo di un intervallo di stima individuato dal 95° percentile della popolazione delle medie di periodo e dal 95° percentile della popolazione delle massime medie annuali, in entrambi i casi in funzione della distribuzione di riferimento, come implementato dal software ProUCL v. 4.00.04.

Le stime riportate nella Tab. 5 portano a considerare il valore limite superiore delle concentrazioni di Nichel nell'area d'interesse pari all'intervallo [66.2 µg/L; 81.5 µg/L] quindi sensibilmente superiore al VS di 20 µg/L previsto dalla normativa vigente.

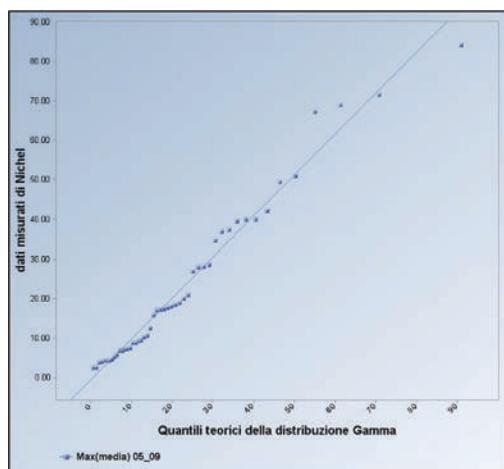
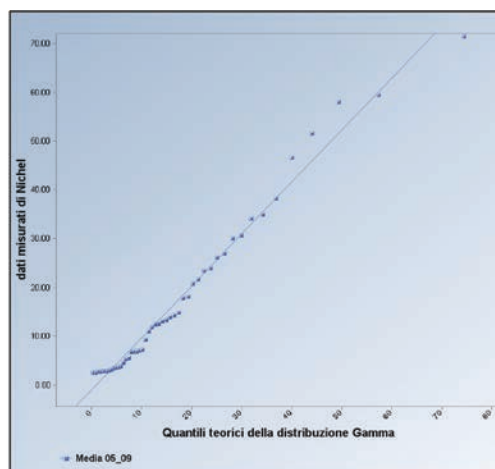


Fig. 16 - Distribuzione statistica di riferimento tramite Diagrammi Q-Q Plot.

Fig. 16 - Q diagrams and Q plot reference statistic distribution.



Tab. 5 - Stima cautelativa del 95° percentile (software ProUCL v. 4.00).

Tab. 5 - 95° percentile conservative estimation (software ProUCL v. 4.00).

<b>Set dati: medie di periodo (05-09)</b>
(distribuzione statistica "Gamma")
UTL-95% metodo WH = 62.6 µg/L
UTL-95% metodo HW = 66.2 µg/L
(95° percentile dei dati = 58.8 µg/L)
<b>Set dati: massime medie annuali (05-09)</b>
(distribuzione statistica "Gamma")
UTL-95% metodo WH = 77.2 µg/L
UTL-95% metodo HW = 81.5 µg/L
(95° percentile dei dati = 70.25 µg/L)

## Conclusioni

L'analisi dei risultati del primo triennio di applicazione del nuovo sistema di monitoraggio e classificazione dello stato di qualità delle acque sotterranee, ai sensi del D.lgs. 30/2009 e Decreto 260/2010, permette di formulare alcune considerazioni sull'approccio metodologico proposto dalla normativa. In generale, emerge un sistema di monitoraggio e classificazione articolato, che permette di fornire elementi di conoscenza addizionali rispetto al passato. L'oggetto del monitoraggio, il GWB, è identificato in uno scenario contestualizzabile da un punto di vista territoriale anche in relazione alle pressioni antropiche incidenti. Gli elementi fondamentali sui quali si basa l'impostazione del nuovo impianto normativo diretto a razionalizzare le attività di monitoraggio, nell'ottica di "analizzare quello che serve dove serve" sono infatti l'analisi delle pressioni (in particolare per il sistema acquifero superficiale) e la valutazione dei dati pregressi. Un altro aspetto della suddetta razionalizzazione è la modulazione dei cicli di monitoraggio (Sorveglianza, Operativo, Operativo Puntuale) e l'aggiornamento dei protocolli analitici, che risultano, per il monitoraggio Operativo, sempre più sito-specifici, stretta-

mente connessi cioè alla tipologia di pressioni che interessano i GWB.

Lo studio delle occorrenze dei principali contaminati e dei superamenti di SQA/VS, permette di ottenere una panoramica di maggior dettaglio per valutare le implicazioni che hanno favorito l'insorgenza di questi ultimi.

In determinate situazioni la classificazione dello Stato Chimico può essere influenzata dai valori di fondo naturale (VF) in particolare, nel contesto Piemontese, di Nichel e Cromo esavalente. Il VF permette di modificare il VS (nel GWB o parte di esso) nell'ottica di avere un riferimento contingente alla effettiva situazione ambientale per lo scenario in esame. Permangono tuttavia delle difficoltà nel discriminare con esattezza situazioni di contributo misto (antropico+naturale) in scenari ambientali complessi.

## BIBLIOGRAFIA

- DECRETO LEGISLATIVO 11 maggio 1999, n. 152 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole."
- DIRETTIVA 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.
- DECRETO LEGISLATIVO 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale"
- DIRETTIVA 2006/118/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.
- DECRETO LEGISLATIVO 16 marzo 2009, n. 30 "Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento."
- DECRETO 8 novembre 2010, n. 260 "Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo."

- UE (2004): Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), Groundwater body characterisation. Technical report on groundwater body characterisation issues as discussed at the workshops of 13 October 2003.
- UE (2005): Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), Groundwater summary report. Technical report on groundwater body characterisation, monitoring and risk assessment issues as discussed at the WG C workshops in 2003-2004.
- UE (2007): Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), Guidance document n. 17. Guidance on preventing or limiting direct and indirect input in the context of the directive 2006/118/EC.
- US EPA (2007): Monitored Natural Attenuation of Inorganic Contaminants in Ground Water (Volume 2) Assessment for Non-Radionuclides Including Arsenic, Cadmium, Chromium, Copper, Lead, Nickel, Nitrate, Perchlorate, and Selenium.
- UE (2008): Protezione delle acque sotterranee in Europa. "La nuova direttiva Acque Sotterranee – Consolidare il quadro normativo della UE". Acqua e Ambiente.
- UE (2009): Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), Guidance document n. 18 Guidance on groundwater status and trend assessment.
- ISPRA (2009): Protocollo per la Definizione dei Valori di Fondo per le Sostanze Inorganiche nelle Acque Sotterranee. Servizio Interdipartimentale per le Emergenze Ambientali Settore Siti Contaminati.
- Arpa Piemonte (2009): Processo di implementazione della direttiva 2000/60/CE (WFD) in Piemonte. Sezione 3 Acque Sotterranee.
- Ord J.K. and Getis A. (1995). "Local spatial autocorrelation statistics: Distributional issues and an application". Geographical Analysis 27: 286 -306.
- Grath J. et alii. (2001). Final Report: "The EU Water Framework Directive: Statistical aspects of the identification of groundwater pollution trends, and aggregation of monitoring results".
- Zlate I. (2005): Implementation of the new Water Framework Directive on pilot basins (WAFDIP), TR-29, Revised NIHWG guidelines on definition, classification and characterisation of groundwaters, Arcadis Euroconsult (NL).
- AA.VV. (2005): Idrogeologia della pianura piemontese. Quaderni REGIONE PIEMONTE.
- AA. VV. (2007): BRIDGE Project - Background cRiteria for the Identification of Groundwater thresholds – Final Report.
- AA. VV. (2007): BRIDGE Project – D18: Final proposal for a methodology to set up groundwater threshold values in Europe.
- Singh A., Singh A.K. (2007): ProUCL V.4.0 Technical Guide. EPA/600/R-07/041.

**Arduini Luigi**

- *Motori diesel*
- *Ricambi originali*
- *Gruppi elettrogeni*
- *Torri faro*

**Arduini Noleggi**

- *Noleggio gruppi elettrogeni silenziosi*
- *Torri Faro*

Fiorenzuola (PC) tel. 0523 982639 [www.arduiniluigi.it](http://www.arduiniluigi.it)