




COMUNE DI BRESCIA

## PRIMO RAPPORTO OSSERVATORIO



# ACQUA BENE COMUNE



ACQUABENECOMUNE  
osservatorio

**PRIMO RAPPORTO  
OSSERVATORIO  
“ACQUA BENE COMUNE”**



Brescia dicembre 2015

# UN PRIMO PASSO IMPORTANTE

---

## **Ringraziamo per la collaborazione alla stesura del Rapporto:**

Francesco Amonti

Pietro Apostoli

Angelo Capretti

Paolo Bergese

Tullia Bonomi

Guido Menapace

Elena Faggionato

Roberta Morelli

Marco Pozzi

Francesco Puccio

Oriella Savoldi

Felice Scalvini

Fabrizio Speziani

Mario Tomasoni

Piercostante Fioletti

Carmine Trecroci

Sabrina Sorlini



Da diverso tempo nella nostra città si è avviato un vivace confronto sulla qualità dell'acqua distribuita dall'acquedotto comunale in particolare per il parametro Cromo esavalente, non a causa di un improvviso e rilevante peggioramento della qualità dell'acqua distribuita, ma per un'augmentata sensibilità da parte della cittadinanza in considerazione anche di norme e studi di settore intervenuti negli ultimi anni.

La convinzione che l'acqua imbottigliata sia più buona e più sana di quella che esce dal rubinetto è un'opinione discutibile. Infatti, l'acqua pubblica subisce controlli costanti e risponde a requisiti di qualità molto severi. L'acqua del nostro acquedotto è controllata in modo disgiunto sia dal gestore del servizio A2A Ciclo Idrico, sia da ASL Brescia e la sua distribuzione in rete è di gran lunga più ecologica.

Questo "Primo rapporto dell'Osservatorio Acqua Bene Comune" fa sintesi dell'attività di discussione e di confronto svolta dall'Osservatorio dal febbraio 2014 a ottobre 2015 e auspico possa rappresentare uno strumento importante per consentire un'informazione la più possibile oggettiva, che attivi un confronto sull'argomento fra i cittadini e fra i portatori d'interesse partendo, ora è possibile, da dati consolidati e valutati attentamente dall'Osservatorio dal punto di vista scientifico, educativo, sociale e istituzionale.

Così facendo s'intende evitare il proliferare d'informazioni incomplete, non coerenti con i dati reali, su argomenti complessi come quelli dell'acqua destinata al consumo umano. Questo lavoro intende essere uno strumento comprensibile e scientificamente utile a disposizione dei Consigli di Quartiere e delle scuole di ogni ordine e grado per successivi momenti di confronto con tutti i cittadini.

Voglio ringraziare tutti i partecipanti all'Osservatorio Acqua Bene Comune per lo spirito di servizio con il quale hanno offerto gratuitamente tempo, passione e competenze in un'ottica di lodevole cittadinanza attiva.

**Prof. Gianluigi Fondra**  
Presidente Osservatorio  
Acqua Bene Comune

## SOMMARIO

<b>1. Da dove siamo partiti</b>	<b>9</b>
<b>2. Cronologia dei lavori dell'osservatorio</b>	<b>13</b>
<b>3. Le acque sotterranee nel comune di Brescia</b>	<b>16</b>
3.1 Caratteristiche strutturali dei corpi idrici sotterranei	17
3.2 Andamento della falda nei corpi idrici sotterranei	18
3.3 Qualità chimica delle acque sotterranee	19
3.3.1 La contaminazione da Cromo VI delle acque sotterranee	21
<b>4. Gestione dell'acquedotto e controlli</b>	<b>23</b>
4.1 L'acqua del rubinetto	24
4.2 La gestione dell'acquedotto	25
4.3 Il controllo della qualità dell'acqua nell'acquedotto di Brescia	26
4.4 Impianti di trattamento per l'abbattimento del Cromo VI	27
<b>5. La normativa italiana relativa all'acqua destinata al consumo umano</b>	<b>29</b>
5.1 I controlli effettuati dalla Azienda Sanitaria Locale	30
5.2 La normativa relativa al Cromo nell'acqua potabile in Italia, Europa e Stati Uniti	32
5.3 Studi precedenti al parere della European Food Safety Authority (EFSA)	33
5.4 Il parere della European Food Safety Authority (EFSA)	34
5.5 Un evento comunicativo aperto alla cittadinanza: "Laboratorio Brescia Il cromo VI nelle acque potabili: aspetti di sanità pubblica"	36
5.6 Tecniche per il campionamento dell'acqua da sottoporre ad analisi (vedi FAQ pto.5)	37
5.7 Tecniche analitiche per la determinazione di Cromo totale e Cromo esavalente (VI) (vedi FAQ pto.5)	37
Glossario	38
Bibliografia	39
<b>6. Analisi dei controlli effettuati su CrVI ed altri inquinanti</b>	<b>41</b>
<b>7. Controlli nelle scuole del Comune di Brescia</b>	<b>52</b>
<b>Allegati</b>	<b>56</b>
<b>Faq</b>	<b>60</b>

## DA DOVE SIAMO PARTITI

1.

Sul tema della qualità dell'acqua destinata al consumo umano si ricordano alcune iniziative significative che hanno contribuito ad approfondire l'argomento ed in particolare:

- il convegno "Il cromo nell'acqua di Brescia: dati, valutazioni, criticità", organizzato da Legambiente e ISDE, il 26 marzo 2011;
- la pubblicazione del 12 giugno 2014 dell'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) "Studio relativo al rischio sulla salute umana dovuto alla presenza di cromo negli alimenti e nelle acque destinate al consumo umano",
- alcuni articoli pubblicati dal periodico "Altroconsumo",
- la comunicazione dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS) del 24 febbraio 2014 relativa alla presenza di cromo nella acque per il consumo umano,
- l'iniziativa dello stato della California (U.S.A.) di definire limiti specifici per il cromo VI per l'acqua ad uso potabile.

Negli ultimi anni si è quindi passati da una situazione statica, che ha visto nel limite di legge del cromo per le acque ad uso potabile il momento di sintesi conclusivo del confronto scientifico-sanitario, ad una situazione dinamica dove soggetti di diversa estrazione (scientifici, mediatici, istituzionali) hanno portato nuovi elementi di riflessione sul complesso argomento.

Inoltre, la facilitata acquisizione di informazioni su argomenti particolari consentita da internet, unita alla diffusione dell'utilizzo dei social network quale strumento di informazione e confronto su temi scientifici e sociali di rilevante importanza, ha di fatto messo in collegamento un elevato numero di portatori di interesse che, in qualche caso, si sono anche riuniti in gruppi organizzati con l'obiettivo di approfondire l'argomento anche con le Istituzione preposte.

In quest'ottica si è osservata una particolare attenzione da parte dei genitori degli alunni delle scuole comunali, Materne ed Elementari, sul tema della qualità dell'acqua potabile distribuita nelle mense scolastiche, coinvolgendo nella riflessione anche i soggetti a diverso titolo competenti quali il Comune di Brescia, la Asl di Brescia ed il gestore dell'acquedotto A2A Ciclo Idrico spa.

La convinzione in alcuni cittadini che il limite di legge stabilito dalla normativa internazionale per il cromo nelle acque potabili, di fatto non garantisce la salute della popolazione ed in particolare quella dei bambini,

aveva prodotto la richiesta al Comune di Brescia che i loro figli potessero portare da casa bottigliette di acqua. In un primo tempo l'amministrazione comunale non accolse questa richiesta.

Contestualmente si osservava l'iniziativa di alcuni cittadini di effettuare analisi chimiche dell'acqua nelle proprie abitazioni per il cromo esavalente, con "modalità fai da te".

In seguito, nell'acceso confronto cui anche la stampa locale diede rilievo, l'amministrazione comunale dispose attraverso analisi chimica dell'acqua erogata al rubinetto, una verifica sullo stato di efficienza degli impianti idraulici e tubature di tutti gli edifici scolastici comunali, potenziale causa della presenza di impurezze. L'amministrazione comunale, in attesa degli esiti, introdusse temporaneamente l'uso di bottiglie in plastica da 1,5 litri di acqua oligominerale durante i pasti dei ragazzi.

I numerosi punti di vista sull'argomento, la non immediata facile disponibilità in rete dei dati sui controlli effettuati da Asl di Brescia ed A2A Ciclo Idrico e la necessità di avviare un momento di informazione e confronto adeguati al tema ed alla situazione che si era venuta a creare, ha spinto l'amministrazione comunale ad istituire un apposito Osservatorio. Lo scopo è quello di coinvolgere attorno ad un unico tavolo le Istituzioni, i portatori di interesse ed alcuni esperti, al fine valutare il tema secondo le diverse sensibilità dei componenti e di affrontare le criticità emerse.

Per questi motivi la Giunta Comunale con Delibera n. 14 del 21 gennaio 2014 ha costituito l'"Osservatorio Acqua Bene Comune" fino al 31 dicembre 2015, con le seguenti finalità:

- valutazione delle problematiche segnalate dai genitori degli alunni per quanto concerne l'alimentazione degli stessi durante la mensa;
- analisi periodica dei risultati dei controlli effettuati dall'ente gestore (A2A Ciclo Idrico) e dall'ASL nell'ambito delle proprie competenze previste dalla norma;
- elaborazione dei risultati di cui al punto precedente al fine di consentirne una lettura facilitata, anche attraverso la pubblicazione sulle pagine internet del Comune di Brescia;
- acquisizione, sul complesso tema dell'alimentazione degli studenti, del parere di soggetti esperti sia dal punto di vista tossicologico che alimentare;
- elaborazione di un documento finale, con cadenza almeno annuale, in merito all'attività svolta dall'Osservatorio; detto documento, che avrà finalità informative, dovrà essere predisposto con particolare attenzione alla facile comprensione; in particolare verrà messo a disposizione per l'attività didattica nelle scuole;

La composizione dell'Osservatorio conferma la volontà dell'amministrazione comunale di affrontare questi complessi temi coinvolgendo i principali soggetti (Comune di Brescia, Asl, A2A Ciclo idrico, Università degli Studi di Brescia, Or-

ganizzazioni Sindacali, Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia ed Emilia Romagna, Consulta per l'Ambiente del Comune di Brescia, rappresentanti dei genitori individuati dai Presidenti del Consiglio degli Istituti Comprensivi), al fine di potere analizzare gli argomenti considerando le molteplici sensibilità per raggiungere un livello di analisi e comunicazione il più completo possibile.

Infatti sono stati chiamati a far parte dell'Osservatorio:

- **Gianluigi Fondra**, Assessore all'Ambiente, Verde, e Protezione Civile;
- **Roberta Morelli**, Assessore alla Scuola e Giovani;
- **Felice Scalvini**, Assessore alle politiche per Famiglia, Persona e Sanità;
  
- **Francesco Amonti**, Esperto della nutrizione;
- **Pietro Apostoli**, esperto dell'Università degli Studi di Brescia Dipartimento Specialità Medico-Chirurgiche, Scienze Radiologiche e Sanità Pubblica con competenze tossicologiche;
- **Paolo Bergese, Tullia Bonomi, Guido Menapace**, genitori individuati dai Presidenti del Consiglio degli Istituti Comprensivi tra i genitori comunque eletti in organi rappresentativi degli stessi;
- **Angelo Capretti**, Responsabile del Settore Sostenibilità Ambientale e Scienze Naturali;
- **Elena Faggionato**, Esperto in sicurezza alimentare dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia ed Emilia Romagna;
- **Marco Pozzi**, Presidente Commissione consiliare Ecologia, Ambiente, Protezione Civile;
- **Francesco Puccio**, minoranza del Consiglio Comunale;
- **Oriella Savoldi**, organizzazioni sindacali;
- **Fabrizio Speziani**, Asl di Brescia;
- **Mario Tomasoni** (fino al 1 marzo 2015), A2A Ciclo idrico S.p.A. Brescia;
- **Piercostante Fioletti** (dal 1 marzo 2015), A2A Ciclo idrico S.p.A. Brescia;
- **Carmine Trecroci**, Consulta per l'Ambiente del Comune di Brescia;
- **Sabrina Sorlini**, Ricercatore dell'Università di Brescia Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica.

## CRONOLOGIA DEI LAVORI DELL'OSSERVATORIO

---

# 2.

Con la Delibera n. 14 del 21 gennaio 2014 della Giunta Comunale di costituzione dell'“**Osservatorio Acqua Bene Comune**” sono stati individuati i membri e gli obiettivi.

L'Osservatorio è stato convocato nelle seguenti date:

prima seduta:	21 febbraio 2014
seconda seduta:	07 marzo 2014
terza seduta:	17 marzo 2014
quarta seduta:	06 maggio 2014
quinta seduta:	22 maggio 2014
sesta seduta:	09 luglio 2014
settima seduta:	09 febbraio 2015
ottava seduta:	10 marzo 2015
nona seduta:	22 aprile 2015
decima seduta:	23 luglio 2015
undicesima seduta:	01 ottobre 2015

L'Osservatorio, al fine di rendere più agevole possibile la comunicazione dell'attività svolta, ha ritenuto opportuno richiedere che nell'ambito del sito internet del Comune di Brescia venisse predisposta una pagina dedicata all'osservatorio “**Acqua Bene Comune**” al fine di consentire la pubblicazione dell'attività svolta dall'Osservatorio.

Ad oggi nella pagina è riportato quanto segue:

- Delibera di costituzione dell'Osservatorio;
- Elenco nominativi componenti dell'Osservatorio;
- Resoconti delle riunioni dell'Osservatorio;
- Nota ISS del 24 febbraio 2014 relativa alla presenza di Cromo nelle acque per il consumo umano;
- EFSA Journal 2014: Studio relativo al rischio sulla salute umana dovuto alla presenza di cromo negli alimenti e nelle acque destinate al consumo umano;
- ASL di Brescia: analisi delle acque in alcune scuole del Comune di Brescia - Campagna 07/04/2014 - 11/04/2014;
- FAQ dell'Osservatorio: domande più frequenti, con relative risposte, effettuate dai portatori d'interesse relativamente alle acque destinate al consumo umano;
- Dati ed elaborazioni statistiche delle concentrazioni di Cr(VI) nella rete dell'acquedotto di Brescia (periodo gennaio 2012 - febbraio 2014);

L'indirizzo della pagina è il seguente:

<http://www.comune.brescia.it/servizi/ambienteeverde/Ambiente/Pagine/Osservatorio-Acqua-Bene-Comune.aspx>

Al fine di facilitare la comunicazione tra i “cittadini-portatori di interesse” e l'Osservatorio si è ritenuto opportuno attivare anche una mail dedicata e precisamente: [osservatorioacqua@comune.brescia.it](mailto:osservatorioacqua@comune.brescia.it).

Il presente Rapporto sull'attività svolta dall'**Osservatorio Acqua Bene Comune** fa sintesi dell'attività svolta e pertanto si rimanda ai capitoli successivi per l'organica lettura degli argomenti considerati.



# LE ACQUE SOTTERRANEE NEL COMUNE DI BRESCIA

## 3.

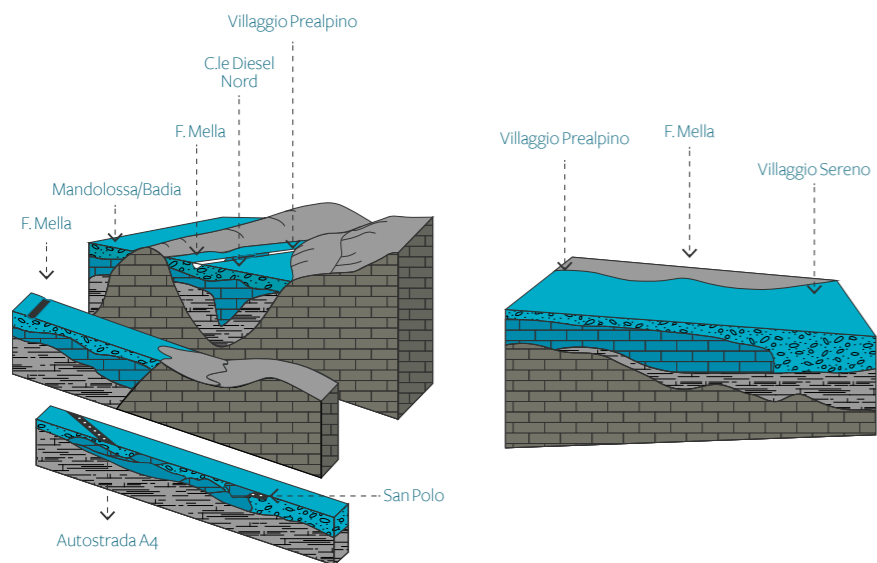
### 3.1 Caratteristiche strutturali dei corpi idrici sotterranei

Il comune di Brescia, da un punto di vista idrogeologico, interessa il conoide del fiume Mella, la pianura pedemontana e la zona di alta pianura padana (Francani, 1987, Denti et al., 1988). La struttura degli acquiferi è stata fortemente condizionata dall'incisione del substrato roccioso, in corrispondenza del Fiume Mella, che ha determinato un'ampia depressione riempita successivamente dai depositi marini e fluviali.

Il Mella ha percorso la valle occupando successivamente varie posizioni, creando significative variazioni litologiche sia lateralmente che in profondità con zone a permeabilità differenziata. In particolare, la struttura idrogeologica è costituita, dal basso verso l'alto, dalle seguenti unità (Francani, 1987; Vercesi, 1993):

- a) Unità Villafranchiana (legata all'ingressione marina) costituita da sedimenti argilloso-limosi grigio-azzurri, con rare lenti di sabbia e di torba, con presenza di fossili marini in profondità, solo localmente contiene lenti ghiaioso-sabbiose che contengono acque di bassa qualità per l'elevato contenuto in ferro, manganese, idrogeno solforato, ammonio, arsenico.
- b) Unità a conglomerati (legata ad un sovralluvionamento della valle) costituita da potenti ghiaie e sabbie cementate, con scarse intercalazioni argillose. Nella parte settentrionale del comune raggiunge anche i 250 m, per diminuire intorno ai 40 m nella parte centrale del comune e essere spessa poco più di 10 m in quella meridionale. Allontanandosi dall'asse del Mella, si rileva una diminuzione laterale di questi spessori, con continuità laterale molto variabile. Essa contiene una falda produttiva, in particolare ove il conglomerato risulta essere fratturato.
- c) Unità ghiaioso-sabbiosa (legata alla deposizione fluviale), costituita da ghiaie e sabbie, ha uno spessore che localmente raggiunge anche i 70 m, ma può anche avere spessori molto ridotti con conseguente presenza dell'unità conglomeratica a limitate profondità. Procedendo verso i settori più meridionali del comune l'unità ghiaioso-sabbiosa e quella conglomeratica vengono sostituite da ghiaie miste a limi sabbiosi e argille. Contiene la falda libera principale, riceve le infiltrazioni d'acqua dalla superficie e trasmette alimentazione alle altre falde.

Uno schema strutturale semplificato è riportato in Figura 1.



**Figura 1**  
Schema della struttura idrogeologica del territorio del Comune di Brescia, da Francani 1987.



La circolazione idrica si sviluppa prevalentemente in livelli sovrapposti generando, nel complesso, un acquifero multistrato costituito da una falda più superficiale contenuta nei depositi più ghiaioso-sabbiosi (Unità ghiaioso-sabbiosa) ed una seconda racchiusa all'interno di depositi conglomeratici (Unità a conglomerati). Questo fatto limita, ma non impedisce, scambi e intercomunicazioni fra loro, soprattutto a livello localizzato. Sempre localmente si verifica anche che le acque contenute nei conglomerati non si raccordino con quelle contenute nei depositi ghiaioso-sabbiosi e creino degli alti piezometrici, talvolta sospesi rispetto alla falda principale. Nel complesso, nel sottosuolo cittadino, il deflusso idrico all'interno del materiale ghiaioso-sabbioso incontra strati a minore permeabilità, costituiti sia da livelli a granulometria fine che da conglomerati compatti.

L'acquifero più superficiale, dotato di maggiore permeabilità e trasmissività, è anche fortemente vulnerabile alle contaminazioni di tipo antropico, mentre quello più profondo, circolante nei conglomerati, è meno vulnerabile all'inquinamento proveniente dalla superficie.

Verso la parte meridionale dell'area cittadina, si passa invece ad acquiferi del tipo "multifalda" con falde meglio separate tra loro, da livelli a permeabilità bassa o nulla.

La ricostruzione dell'andamento della falda viene rappresentato mediante l'uso di carte piezometriche che esprimono il valore del carico idraulico, espresso in m.s.l.m.. Una carta si realizza attraverso la misura puntuale del livello della falda in pozzi o piezometri, appartenenti ad una rete di monitoraggio, che successivamente vengono interpolate, per passare da un dato puntuale ad uno areale, generando così la carta. La densità dei punti e la bontà dell'interpolazione, danno il grado di attendibilità della elaborazione.

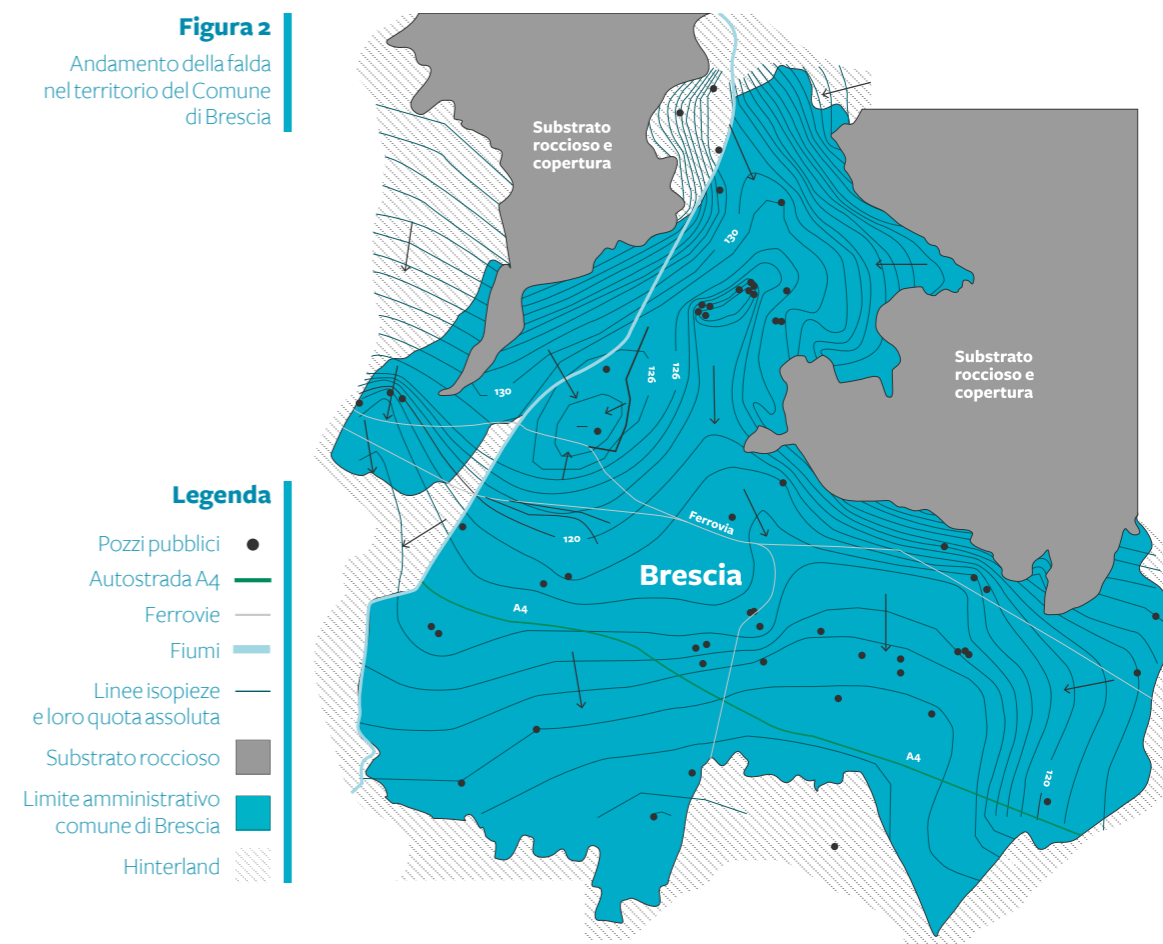
In Figura 2 è riportato l'andamento della falda nel territorio del Comune di Brescia, in base a misure rilevate da A2A, nel 2001. Si osserva come la falda presenti un deflusso principale in direzione Nord-Sud, con una alimentazione principale proveniente dalla Val Trompia. Sono evidenti due zone di depressione piezometrica: una in corrispondenza dei pozzi San Donino e l'altra nei pressi dell'area Caffaro,

### 3.2 Andamento della falda nei corpi idrici sotterranei

che deviano localmente il flusso sotterraneo. Le depressioni sono attualmente molto ridotte, sia per aumento di piovosità che per diminuzione di consumi, soprattutto privati nella ex area industriale storica di Brescia (Via Milano e aree limitrofe). Si osserva anche un evidente asse di drenaggio, nella zona orientale del comune, già confermato in tutti gli studi precedenti (Francani, 1987; Denti et al. 1988), dove confluiscono le acque che fluiscono da nord con quelle provenienti dalla valle del fiume Chiese.

Il livello della falda cambia stagionalmente e/o annualmente e presenta variazioni significative in presenza di prelievi da pozzi sia pubblici che privati. Per quanto riguarda l'andamento pluriennale della falda freatica, l'analisi delle diverse carte piezometriche realizzate da ARPA nel corso delle campagne di rilievo dal 2005 al 2014, evidenzia un innalzamento medio della quota della falda di circa 10/12 m.

**Figura 2**  
Andamento della falda nel territorio del Comune di Brescia



### 3.3 Qualità chimica delle acque sotterranee

La composizione chimica delle acque dipende sia dalla litologia degli acquiferi, che condiziona i parametri idrochimici naturali delle falde, sia da cause locali soprattutto di natura antropica, che in situazioni di vulnerabilità possono influire sulla qualità delle acque sotterranee.

L'analisi degli indicatori che caratterizzano la composizione chimica delle acque (in particolare i valori di conducibilità elettrica e le concentrazioni di cloruri e magnesio) evidenzia come i settori occidentale e settentrionale del territorio comunale siano dominati dagli apporti provenienti dalla Val Trompia, mentre la zona sud-orientale nel Comune sia sotto l'influenza degli apporti del Chiese, dove

risultano alte le concentrazioni dei cloruri e del magnesio e meno elevato il residuo salino.

La qualità delle acque sotterranee è oggetto di studio e monitoraggio da parte degli enti competenti, al fine di individuare e avviare a risoluzione i casi di degrado riscontrati. In particolare l'ARPA studia le risorse idriche superficiali e la loro qualità, mentre l'ASL vigila sulla potabilità delle acque distribuite per il consumo umano.

Lo stato chimico delle acque sotterranee del territorio del comune e della provincia di Brescia è ampiamente illustrato nella relazione "Stato delle acque sotterranee della provincia di Brescia", redatta da ARPA nel 2013, calcolato mediante l'applicazione dell'indice SCAS (Stato Chimico delle Acque Sotterranee) secondo la seguente classificazione: classe 1: impatto antropico nullo o trascurabile e pregiate caratteristiche idrochimiche; classe 2: impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo e buone caratteristiche idrochimiche; classe 3: impatto antropico significativo e caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione; classe 4: impatto antropico rilevante e caratteristiche idrochimiche scadenti; classe 0: impatto antropico nullo o trascurabile, ma presenza di particolari facies idrochimiche che portano ad un abbassamento della qualità.

Nel quadriennio 2009-2012, il 50% delle acque sotterranee sono risultate classificabili in classe 4, il 25% in classe 3 ed il restante 25% in classe 2. Le cause di origine antropica della classe 4 sono attribuibili nel 18% dei punti rete al tetracloroetilene; seguono il Cr(VI) nel 9%, i nitrati nel 7%, i composti organoalogenati nel 6%. Nel 2012 è emersa la forte incidenza dei fitofarmaci, riscontrata complessivamente nel 24% dei casi. Anche la contaminazione di probabile origine naturale da ammonio, arsenico, ferro e manganese influisce pesantemente nel 18% dei pozzi/piezometri monitorati, nella bassa pianura. L'inquinamento da tetracloroetilene e da solventi clorurati in generale, impiegati soprattutto nel trattamento superficiale dei metalli, è riscontrato diffusamente nella provincia ed in particolar modo nel capoluogo e nella Val Trompia.

Con la pubblicazione del Decreto Ministeriale del 25 Ottobre 1999, n. 471 (D.M. 471/99) sono stati introdotti, per la prima volta, con una legge nazionale i valori di concentrazione limite accettabili per le sostanze inquinanti presenti nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee.

I limiti di legge ora vigenti per le acque sotterranee sono quelli stabiliti dal D.Lgs. 152/06 (Codice dell'Ambiente) e riportati nella tabella 2 dell'allegato 5 alla Parte Quarta dello stesso decreto. Ai sensi di tale norma, nei corpi idrici sotterranei sono previsti, per esempio, i valori soglia per Cr(VI) di 5 µg/l e cromo totale di 50 µg/l. Detti limiti, se superati, determinano una situazione di inquinamento della falda ed il soggetto che ha determinato l'inquinamento deve avviare le procedure di bonifica (vedi FAQ n. 4, Legislazione).

### 3.3.1

#### La contaminazione da Cromo VI delle acque sotterranee

Come visto, il deflusso idrico sotterraneo proveniente dalla Val Trompia è la principale alimentazione degli acquiferi cittadini e trasporta con esso anche la contaminazione da Cr(VI), strettamente connessa alla storia industriale della valle. Questa sostanza è infatti un sottoprodotto che si libera nei processi di passivazione dei metalli e dei bagni galvanici, attività numerose in valle soprattutto in passato, e la sua diffusione nell'ambiente è riconducibile a pregressi incidenti (perdita dalle vasche per foratura, tracimazione di liquido, sversamenti) e agli scarichi industriali che nel passato non erano depurati. Nel corso del tempo l'intensificazione dei controlli ispettivi, i miglioramenti degli impianti utilizzati nei processi produttivi, la chiusura di numerose ditte artigianali del settore manifatturiero hanno favorito la riduzione degli apporti di Cr(VI) all'ambiente con effetti sulle concentrazioni rilevate in falda.

La qualità delle acque sotterranee, molto degradata già all'ingresso in città, viene aggravata dalla presenza di focolai di Cr(VI) localizzati nel territorio cittadino, legati ad insediamenti produttivi che ricadono nel perimetro del Sito di Interesse Nazionale Brescia Caffaro (SIN Caffaro) studiato dagli Enti competenti in modo approfondito, dal 2005 ad oggi.

In corrispondenza del SIN Caffaro, la struttura idrogeologica è formata da un acquifero multistrato costituito da due falde (ARPA, 2014): la prima contenuta nei depositi ghiaioso-sabbiosi e la seconda racchiusa all'interno dei depositi conglomeratici. Il livello di separazione fra le due falde è costituito da argille, argille limose e limi con spessori variabili. Questa eterogeneità degli spessori, la media permeabilità degli stessi, nonché la presenza di pozzi che captano da più falde contemporaneamente, portano ad un locale interscambio delle acque tra le due falde individuate.

Lo studio ARPA "Prima indagine conoscitiva sullo stato della falda nel sito nazionale Brescia-Caffaro" del settembre 2005 aveva rilevato nel SIN Caffaro la presenza di numerosi inquinanti nella falda superficiale quali: Cr(VI), Metil-t-butil-etero (MTBE), Tricloroetilene, Tetracloroetilene, Triclorometano, PCB, Mercurio, CIS 1,2 Dicloroetilene, 1,1 Dicloroetilene, Tetracloruro di carbonio.

I monitoraggi di ARPA, freaticometrico su 182 punti in Aprile 2014 e chimico su 161 punti in giugno 2014, hanno in sintesi rilevato quanto segue:

- nella parte settentrionale, al di fuori del perimetro del SIN, l'acquifero è già contaminato;
- i pozzi pubblici, posizionati a nord della città, determinano un forte abbassamento della falda e pertanto attenuano la migrazione verso valle della contaminazione proveniente dalla Val Trompia, in ingresso al perimetro del SIN;
- proseguendo verso Sud risulta evidente la presenza di diversi focolai di diffusione del Cr(VI), che si stanno diffondendo gradualmente verso valle;
- l'innalzamento della falda, fenomeno nuovo di questi ultimi anni, ha comportato l'intensificarsi di alcuni fenomeni di contaminazione, già noti, per effetto del dilavamento del sottosuolo inquinato.

Per la redazione di questo capitolo sono stati consultati i seguenti studi: ARPA, Dip. di Brescia U.O. Suolo, Bonifiche e Attività estrattive (2005). Prima inda-

gine conoscitiva sullo stato della falda nel sito nazionale Brescia-Caffaro.  
ARPA, Dip. di Brescia U.O. Suolo, Bonifiche e Attività estrattive (2006). Monitoraggio dei corpi idrici sotterranei - Studio idrogeologico della pianura Bresciana.  
ARPA, Dip. di Brescia U.O. Suolo, Bonifiche e Attività estrattive (2009, 2012). Inquadramento dell'area Sud-Ovest del comune di Brescia.  
ARPA, Dip. di Brescia U.O. Suolo, Bonifiche e Attività estrattive (2013). Stato delle acque sotterranee della provincia di Brescia. Rapporto annuale 2012.  
ARPA, Dip. di Brescia U.O. Suolo, Bonifiche e Attività estrattive (2014). Sito di interesse nazionale Brescia-Caffaro. Monitoraggio acque sotterranee. Risultati rilievo freaticometrico dell'aprile 2014.  
Denti E., Lauzi S., Sala P., Scesi L. (1988). Studio idrogeologico della pianura Bresciana tra i fiumi Oglio e Chiese. Studi idrogeologici sulla Pianura Padana, Milano.  
Francani V. (1987). Studio idrogeologico del comune di Brescia. ASM Brescia.  
Regione Lombardia, ENI Divisione Agip (2002). Geologia degli acquiferi padani della Regione Lombardia. Ed. Carcano e Piccin. Relazione Tecnica.  
Vercesi P., Bissolati G., Finatelli F., Ziliani L. (1993). Aspetti quali-quantitativi delle risorse idriche sotterranee del Bresciano. Natura Bresciana Ann. Mus. Civ. Sc. Nat. Brescia, 1994: 21-52.

## GESTIONE DELL'ACQUEDOTTO E CONTROLLI

---

# 4.

La distribuzione dell'acqua potabile nella città di Brescia per mezzo dell'acquedotto pubblico fu assicurata, nel periodo compreso fra gli inizi del '900 e la fine degli anni '20, dalla produzione della "Fonte di Mompiano" integrata, successivamente nel 1914 dalle fonti di Cogozzo, queste ultime presenti nel Comune di Villa Carcina. Nel 1933 l'acquedotto di Brescia passò dalla gestione comunale a quella dell'allora Azienda Servizi Municipalizzati (ASM) fondata nel 1908, ora A2A. Nello stesso periodo iniziarono le ricerche e terebrazioni di nuovi pozzi ad uso idropotabile, con grande diffusione dopo il 1945, per fronteggiare i sempre crescenti consumi della città. Negli anni '60 e '70, in seguito al grande sviluppo industriale e urbano del dopoguerra, cominciarono a manifestarsi fenomeni di inquinamento di natura chimica nelle falde e impoverimento delle stesse, mettendo in crisi il servizio di acquedotto in diversi comuni dell'hinterland bresciano. Fu necessario soccorrere in modo continuo alcuni di essi, realizzando interconnessioni ancora oggi funzionanti.

Oggi l'acquedotto è alimentato da 41 pozzi diffusi sul territorio, che captano acquiferi profondi (fino a 200 metri dal piano campagna), meno vulnerabili all'inquinamento proveniente dalla superficie, anche nei confronti di sostanze come PCB, diossine, furani, MTBE, ecc. che infatti in oltre vent'anni di analisi sono sempre risultate assenti. In aggiunta ai pozzi, ancora oggi, sono utilizzate le tre sorgenti, quella di Mompiano, la più importante e le due presenti in località Cogozzo di Villa Carcina.

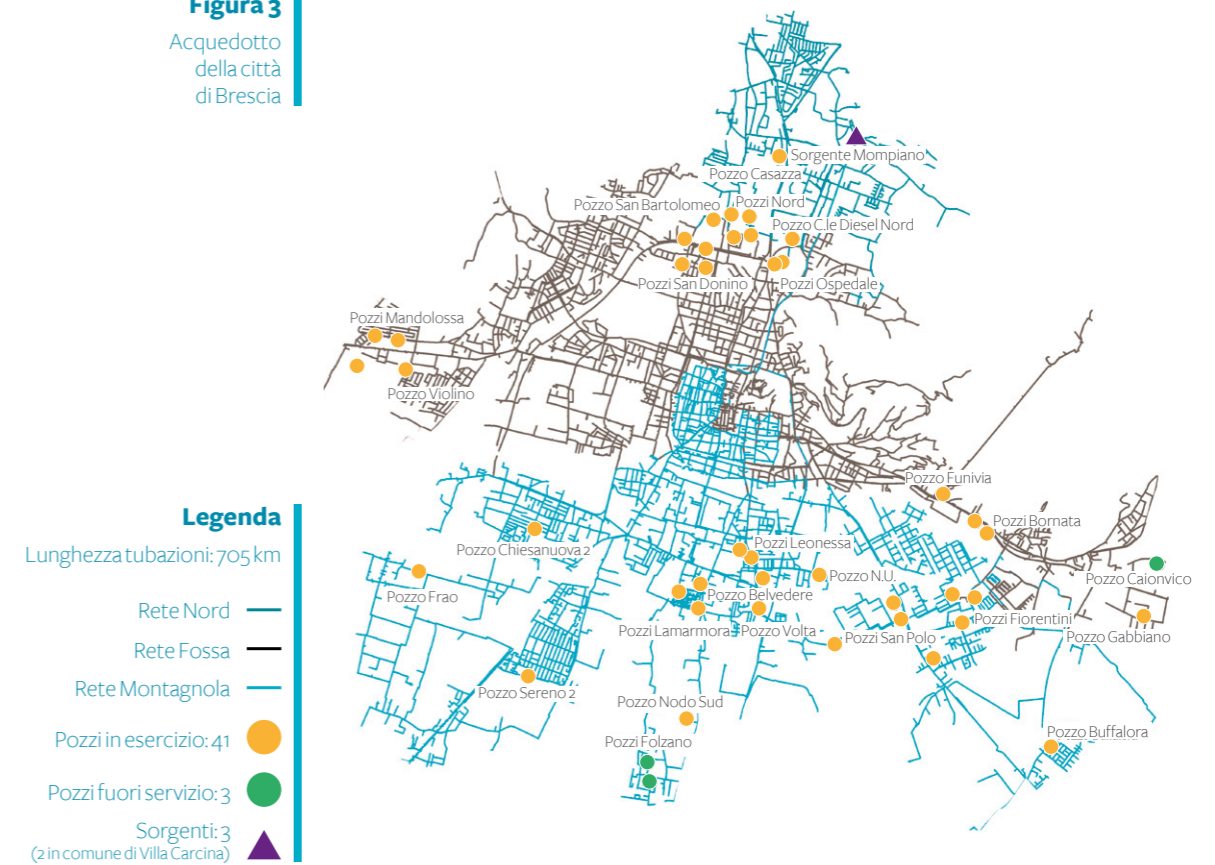
La rete idrica si estende per circa 705 km ed è dotata di serbatoi di compenso e riserva per un volume di stoccaggio pari a 29.000 metri cubi, che consentono di sopperire alle massime richieste idriche. La Città presenta una morfologia caratterizzata da importanti variazioni altimetriche da quota 109 m s.l.m. a quota 481 m s.l.m., digradanti verso sud. L'acquedotto è stato suddiviso in tre reti di distribuzione, per garantire a tutta l'utenza una soddisfacente fornitura idrica.

- Rete Nord: l'alimentazione è garantita da 7 pozzi e dalle sorgenti di Cogozzo (portata complessiva di circa 400 l/s), la distribuzione dell'acqua interessa la zona Nord della Città.
- Rete Fossa: la produzione è assicurata da 16 pozzi (portata complessiva di 760 l/s), la distribuzione dell'acqua interessa le

## 4.1 L'acqua del rubinetto

**Figura 3**

Acquedotto della città di Brescia



le zone Est e Ovest della Città e i quartieri a Nord del centro storico, fino alla zona Ospedale.

— Rete Montagnola: la produzione è garantita dalla fonte di Mompiano e da 18 pozzi (portata complessiva circa 600 l/s), l'area di distribuzione dell'acqua coincide con il Centro Storico e la zona a Sud della ferrovia Milano-Venezia.

## 4.2 La gestione dell'acquedotto

### Nota 1

Con il termine perdite si intende il volume di acqua dispersa nel sottosuolo per microfrazioni delle condotte. In merito a tale argomento A2A ha effettuato uno studio nel 2009 "Il tasso di fallanza delle condotte negli acquedotti gestiti da A2A S.P.A.", pubblicato dalla Collana Fondazione AMGA, che ha preso in esame tutti gli acquedotti gestiti da A2A in un periodo di osservazione di 4 anni (2004-2007).

La gestione dell'acquedotto, effettuata da personale specializzato, si pone come obiettivo primario la fornitura continua di acqua di buona qualità e di assoluta sicurezza, monitorando i punti di approvvigionamento, gli impianti di trattamento e la rete di distribuzione. Tutta la filiera dell'acquedotto è controllata mediante verifiche sistematiche, che permettono di pianificare gli interventi di manutenzione, consentendo di individuare ed eliminare in tempi rapidi eventuali guasti. Inoltre la sorveglianza dell'acquedotto è garantita dalla "Sala Telecontrollo", presidiata 24 ore su 24, alla quale giungono tutte le informazioni utili per una gestione ottimale del servizio. Fra le attività svolte sistematicamente, la ricerca delle perdite idriche<sup>1</sup> riveste un carattere di primaria importanza sia per migliorare la sostenibilità ambientale, riducendo di fatto l'acqua prelevata dalla falda, sia per diminuire le dispersioni di acqua nelle condotte di distribuzione.

A causa della compromessa qualità della falda acquifera, già dai primi anni '80, l'allora ASM, dotò numerosi pozzi di impianti di trattamento, con filtri a carbone attivo granulare (GAC), tuttora in esercizio, per la rimozione dei solventi clorurati



o composti organoalogenati<sup>2</sup>. Sotto l'aspetto microbiologico, per assicurare la buona qualità dell'acqua fino al punto di consegna sono impiegati, su tutte le fonti di approvvigionamento (pozzi e sorgenti), impianti di disinfezione a biossido di cloro, sostanza che alle concentrazioni utilizzate, è minimamente percepibile organoletticamente e non dà origine a sottoprodotti indesiderati.

#### Nota 2

I principali solventi clorurati presenti nelle falde bresciane sono il Tetracloroetilene ed il Tricloroetilene (Trielina). Nell'acqua di due pozzi, a sud della città, è presente anche il Tetracloruro di Carbonio, un prodotto utilizzato da un'industria del settore chimico per la produzione di gomme (clorocaucciù e cloropolietilene).

La normativa di riferimento per quanto riguarda la qualità dell'acqua destinata al consumo umano è il D.lgs. n° 31 del 2 febbraio 2001 che fissa, per numerose sostanze, le concentrazioni massime ammesse e disciplina le attività di controllo della qualità dell'acqua. Per il controllo analitico è previsto un articolato piano di verifiche lungo tutta la filiera di produzione: dalle fonti di approvvigionamento (pozzi e sorgenti) agli impianti di trattamento, ai punti di monitoraggio della rete di distribuzione.

Per ogni punto oggetto di controllo sono definiti i parametri analitici da indagare e la relativa frequenza di campionamento.

#### Fonti di approvvigionamento

È previsto un controllo annuale di tutte le sostanze (oltre 150) indicate nel D.lgs. 31/01, alle quali si aggiungono i PCB, il Cromo Esavalente, il Tetracloruro di Carbonio. In presenza di sostanze inquinanti in concentrazione prossima al limite di legge o con valori in aumento è prevista l'intensificazione dei controlli.

#### Impianti di trattamento

I controlli effettuati sugli impianti di trattamento sono volti a verificarne il corretto funzionamento e l'idoneità dell'acqua trattata prima dell'immissione in rete. I parametri analizzati variano in relazione alla tipologia di trattamento effettuato e la frequenza di analisi di tutte le fasi del processo, di norma, è mensile.

#### Rete di distribuzione

I punti di controllo della rete di distribuzione sono costituiti da 26 fontanelle pubbliche individuate con un codice univoco ed utilizzate anche dall'Asl per i propri controlli periodici, che per numero e dislocazione sul territorio garantiscono la rappresentatività della qualità dell'acqua fornita al punto di consegna dell'utente. Tutti i punti di monitoraggio sono oggetto di un duplice controllo:

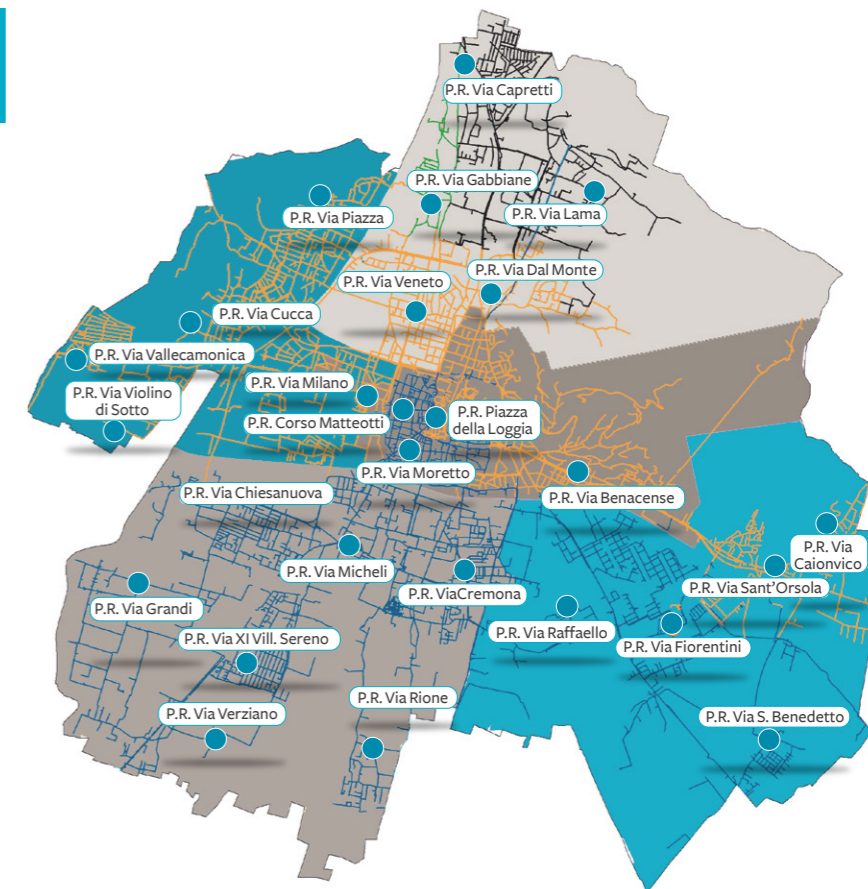
- verifica della qualità microbiologica e analisi chimica delle sostanze di attenzione con frequenza mensile;
- analisi con cadenza quadrimestrale dei parametri di base della qualità dell'acqua, richieste dell'Autorità per l'energia elettrica, il gas e i servizi idrici.

Inoltre dall'aprile 2014, in tutte le 26 fontanelle della rete di distribuzione, sono svolte analisi con maggiore frequenza per verificare la concentrazione di cromo esavalente, cromo totale e ferro.

## 4.3

### Il controllo della qualità dell'acqua nell'acquedotto di Brescia

**Figura 4**  
Punti di controllo della rete di distribuzione cittadina



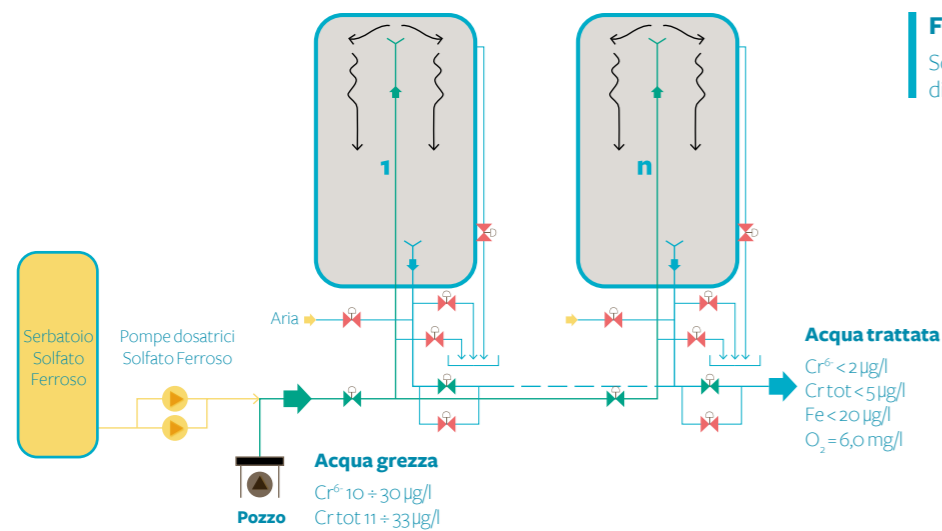
Le analisi sono effettuate da laboratori esterni privati operanti in regime di accreditamento ACCREDIA®. Nel 2014 sono stati eseguiti 4.600 controlli ed indagati 50.430 parametri.

Sul sito di A2A Ciclo Idrico ([www.a2acicloidrico.eu](http://www.a2acicloidrico.eu)) per tutti gli acquedotti gestiti è possibile consultare la qualità dell'acqua distribuita inserendo l'indirizzo dell'area di interesse.

## 4.4

### Impianti di trattamento per l'abbattimento del Cromo VI

La scelta tecnica adottata per l'abbattimento del Cromo esavalente è frutto di una sperimentazione tutta interna ad A2A Ciclo Idrico, supportata dai risultati dei test effettuati per oltre un anno, sia in laboratorio che "sul campo" attraverso un impianto pilota. La filosofia del trattamento si basa sulla riduzione del Cromo esavalente (solubile in acqua) in Cromo trivalente (insolubile), utilizzando un'opportuna sostanza riducente, nello specifico il Solfato di Ferro (II), con formazione di un precipitato di Ferro (III) in grado di inglobare il Cromo (III) ridotto. La successiva filtrazione su un letto di carbone attivo o sabbia quarzifera permette la separazione del precipitato dall'acqua che può quindi essere immessa nella rete di distribuzione.



**Figura 5**  
Schema a blocchi dell'impianto di rimozione del Cromo

Alla data del 31 dicembre 2014 è stata completata l'installazione degli impianti nei dieci pozzi più produttivi.

Gli impianti di trattamento, in esercizio al 31.12.2014, sono i seguenti:

- Sereno 2 (1 pozzo), sito nell'omonimo quartiere, con una portata massima di 50 l/s che alimenta la rete di distribuzione "Montagnola";
- San Donino (4 pozzi), ubicato in via Oberdan, con una portata massima di 400 l/s che alimenta la rete di distribuzione "Fossa";
- Nord (5 pozzi), sito in via Grazzine, con una portata massima di 350 l/s che alimenta la rete di distribuzione "Nord".

Nel corso del 2015 il progetto prevede il completamento delle opere, dotando altre 17 fonti di approvvigionamento di impianti di rimozione.

Sulla home page di A2A Ciclo Idrico è presente il link "Acqua di Brescia: avanzamento progetto abbattimento" con la descrizione della tecnologia degli impianti di abbattimento del cromo e i riscontri analitici settimanali sia del Cromo totale che del Cromo esavalente nonché lo stato di avanzamento del progetto.



**Figura 6**  
Vista parziale dell'impianto Nord

## LA NORMATIVA ITALIANA RELATIVA ALL'ACQUA DESTINATA AL CONSUMO UMANO

# 5.

La normativa nazionale di riferimento per l'acqua destinata al consumo umano è il D.Lgs 31/2001 (recepimento della dir. 98/83/CE) e s.m.i. La norma prevede che le acque debbano soddisfare i requisiti minimi per un elenco di sostanze (valori di parametro microbiologici e chimici) elencati nelle parti A e B dell'Allegato I (Art. 4). In caso di superamento, si ha un giudizio di non conformità e quindi l'adozione di provvedimenti per il ripristino della qualità dell'acqua distribuita (Art. 10).

E' inoltre previsto che le acque soddisfino i requisiti dei cosiddetti valori di parametro indicatori, di cui alla parte C dell'Allegato I. A differenza dei parametri elencati nelle parti A e B, un eventuale superamento dei valori di parametro indicatori non comporta un giudizio di non conformità, ma l'adozione di provvedimenti che l'ASL competente può predisporre nel caso ravvisi un rischio per la salute umana (art. 14).

Tutti i requisiti di qualità devono essere garantiti al punto di consegna che, in caso di acqua fornita attraverso una rete di distribuzione, è da intendersi "al contatore".

La ASL ha il compito di garantire che la popolazione utilizzi acque idonee all'uso potabile, attraverso dei controlli nei punti rete che, eseguiti periodicamente, ogni volta permettono di certificare la buona qualità dell'acqua; in un'ottica di trasparenza, tutti gli esiti analitici sono pubblicati online dopo la refertazione. Questo ruolo di ASL di garante e controllore è sancito dal D.Lgs 31/2001.

I controlli di ASL sono pertanto definiti "controlli esterni", per sottolineare la loro indipendenza dai controlli degli Enti Gestori degli acquedotti. Gestori che pure sono obbligati a svolgere un continuo monitoraggio della qualità dell'acqua distribuita attraverso quello che viene definito "controllo interno".

I punti della rete che vengono monitorati da ASL sono stati selezionati in quanto rappresentativi della rete di distribuzione dell'acquedotto, e anche per valutare i tratti di acquedotto potenzialmente più critici dove le caratteristiche dell'acqua possono maggiormente deteriorarsi, quali i punti terminali o di maggior ristagno. La frequenza minima con cui viene eseguito il monitoraggio è stabilita dalla normativa e dipende dai volumi d'acqua immessi in rete ovvero dal numero di abitan-

## 5.1

### I controlli effettuati dalla Azienda Sanitaria Locale

ti serviti (maggiori i volumi d'acqua e maggiori gli abitanti serviti, più frequenti i controlli).

I tecnici dell'ASL prelevano i campioni di acqua e li conferiscono al Laboratorio di Sanità Pubblica, che esegue le analisi; queste ultime sono finalizzate a valutare la presenza di microorganismi patogeni, indicatori di contaminazione microbiologica (in particolare di natura fecale), e di sostanze chimiche di derivazione naturale o da fonti di inquinamento ambientale.

La norma prevede che annualmente siano effettuati i "controlli di verifica", che includono tutti i parametri previsti nelle Parti A, B e C dell'Allegato I del D.Lgs. 31/2001. Con una maggior frequenza vengono invece controllati i parametri microbiologici (Parte A dell'Allegato I), nei cosiddetti "controlli di routine". In Comune di Brescia, date le specifiche criticità di inquinamento ambientale presenti, tutti i controlli di routine includono, oltre ai parametri microbiologici, anche la determinazione di Cromo totale, Cromo VI, solventi, nitrati, nitriti, solfati e cloruri, oltre a conducibilità, torbidità e ammonio.

I controlli dei punti rete nel Comune di Brescia sono raggruppati in tre giri di campionamento, per un totale di 27 punti, che appartengono alle diverse reti di distribuzione dell'acquedotto. Per i controlli di routine ogni settimana viene effettuato un giro di campionamento. I tre giri di controllo comprendono rispettivamente 11, 7 e 9 punti rete, tutti presso fontanelle pubbliche, eccetto un punto rete presso gli Spedali Civili.

Tutti gli esiti più recenti dell'attività di controllo sulle acque potabili di ASL Brescia sono facilmente accessibili sul sito ufficiale [www.aslbrescia.it](http://www.aslbrescia.it). Sulla home page, cliccando il link azzurro con la dicitura "analisi acque per il consumo umano" si accede ad una pagina dedicata che permette di accedere ai rapporti di prova suddivisi Comune per Comune (Figura 7).

In caso di superamento del valore limite dei parametri microbiologici e/o chimici (Tabella A e B del D.Lgs. 31/2001) viene espresso un giudizio di non conformità e viene imposta da ASL all'Ente Gestore l'adozione immediata di provvedimenti per il ripristino della qualità dell'acqua distribuita, che può arrivare ad includere, se necessario, la sospensione temporanea della fornitura di acqua.

Pertanto, attraverso questa continua attività di monitoraggio, il cittadino è garantito rispetto alla buona qualità dell'acqua che arriva alla sua casa attraverso l'acquedotto.



**Figura 7**  
La pagina di [www.aslbrescia.it](http://www.aslbrescia.it) da cui si accede alle analisi delle acque potabili

STATO/ENTE	LIMITI PER IL CROMO TOTALE
Europa	0,05 mg/L (50 µg/L)
U.S. EPA 2013	0,1 mg/L (100 µg/L)
California	0,05 mg/L (50 µg/L) 0,01 mg/L (10 µg/L) di Cr(VI)
WHO 2011	0,05 mg/L (50 µg/L)

Per una analisi più dettagliata dei limiti del Cr(VI) per le acque potabili, le acque sotterranee e le acque in bottiglia si vede la FAQ n. 4.

### 5.3 Studi precedenti al parere della European Food Safety Authority (EFSA)

Le conoscenze consolidate ed accettate fino a pochi anni fa erano che il cromo VI dovesse essere considerato cancerogeno certo per l'uomo quando inalato, mentre gli effetti cancerogeni in seguito alla sua ingestione, in particolare con l'acqua, erano o esclusi o ancora discussi ed oggetto di ricerche sia sperimentali che epidemiologiche.

Al riguardo si può citare uno studio sperimentale animale condotto da DeFlora (forse il più autorevole e riconosciuto esperto sul cromo a livello mondiale) nel 2008, in cui si investigava se la somministrazione di Cromo VI con l'acqua potesse provocare effetti genotossici locali nel tratto gastrointestinale di animali da laboratorio. Dopo 9 mesi di somministrazione di dosi da 5 a 20 mg/L (milligrammi/litro) di dicromato di sodio non si sono rilevati danni di tipo ossidativo al DNA nelle cellule di stomaco ed intestino. Ciò ha permesso di affermare (a conferma di dati accumulati in più di 40 anni di ricerca) che il Cromo VI è privo di genotossicità nel tratto gastroenterico. Inoltre, dopo 9 mesi non si osservano lesioni neoplastiche in cute, polmoni e intestino.

Al contrario, una ricerca di Beaumont et al. (2008) su una popolazione cinese fortemente esposta (<20 mg/L) evidenziava effetti cancerogeni dell'apparato gastroenterico. Kerger et al. (2009) riesaminando la stessa casistica concludevano che non vi era aumento di incidenza di tumori nella popolazione esposta rispetto a quella di villaggi simili.

Vale la pena ricordare che tali studi epidemiologici sono pochi e risentono del basso numero di soggetti indagati con conseguente riduzione della potenza statistica; i periodi in cui si attiva l'osservazione (follow up) sono brevi e mancano o sono carenti i dati circa livelli e vie di esposizione.

L'attenzione del mondo della ricerca e dei gestori della sanità pubblica è stata richiamata soprattutto da due studi. Quello sperimentale sull'esposizione prolungata negli animali (2 anni) avviato dal National Toxicology Program (NTP 2008), che è alla base del parere EFSA, e quello epidemiologico di Linos et al (2011) che

Per quanto concerne il parametro Cromo, la normativa italiana, così come quella europea, fissa un limite di legge pari a 50 µg/L (= 0,05 mg/L) e si riferisce al Cromo totale (Cr(III), Cr(VI) e le altre forme ioniche).

Nell'acqua la forma esavalente (Cr(VI)) è la più rappresentata (>95%) in quanto idrosolubile. Per una analisi più dettagliata delle caratteristiche del Cromo, si vedano le FAQ n. 1 e 2.

La tabella seguente mostra i valori stabiliti da normative e linee guida in Europa, negli Stati Uniti (U.S. EPA 2013) ed in California, oltre all'indicazione dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO 2011, World Health Organization).

### 5.2 La normativa relativa al Cromo nell'acqua potabile in Italia, Europa e Stati Uniti

riporta un aumento significativo di mortalità per tumore epatico in cittadini esposti a Cromo VI in Grecia. L'esposizione della popolazione era a livelli intorno a 150 µg/L (microgrammi/litro). Va sottolineato che proprio tale studio ha fornito la base della richiesta del parere EFSA.

Più recentemente Thompson et al (2013) hanno rielaborato i dati NTP per calcolare un fattore di riferimento (Reference Dose) per il Cromo VI assunto per via orale. È stato dedotto un fattore protettivo per effetti cancerogenici intestinali che corrisponde ad un livello di sicurezza equivalente nell'acqua potabile pari a 210 µg/L (microgrammi/litro). Tale concentrazione, val la pena di ricordare, è superiore al livello massimo consentito negli USA pari a 100 µg/L (microgrammi/litro).

Nel giugno 2014 è stato reso pubblico il parere della European Food Safety Authority (EFSA).

Il parere della European Food Safety Authority (EFSA) sul Cromo nell'acqua potabile rappresenta a nostro avviso un importante punto di riferimento.

EFSA ha espresso nel 2014 un parere scientifico sul rischio per l'uomo per la presenza di Cromo nel cibo, in particolare nei vegetali, e per il Cromo VI nell'acqua, su richiesta dall'Autorità di controllo alimentare della Grecia (EFET).

Per l'acqua si sono considerate le acque di rubinetto ma anche le acque in bottiglia, comunque sempre acque potabili.

Per quanto concerne l'acqua, il Comitato scientifico dell'EFSA (di seguito Comitato) considera la presenza di Cromo sempre da inquinamento antropico considerato nella sua specie esavalente (VI). Si assume infatti che il Cromo VI sia presente al 97% rispetto al Cromo totale, specie dopo i trattamenti necessari alla potabilizzazione dell'acqua stessa, che favoriscono il passaggio da Cromo III a Cromo VI.

Viene ribadito che secondo la IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) il Cromo VI è un agente cancerogeno di gruppo I per l'uomo per l'apparato respiratorio (polmoni, seni nasali e paranasali) per via inalatoria.

Per quanto concerne la cancerogenicità a seguito della sua ingestione orale (con l'acqua, in particolare), EFSA fa riferimento agli studi a lungo termine (2 anni) condotti nell'ambito del National Toxicology Program (NTP, USA) su roditori. Tali studi hanno evidenziato un aumento dell'incidenza di tumori della cavità orale nel ratto e dell'intestino tenue nel topo. Le dosi somministrate avevano concentrazioni elevate, nell'ordine dei mg/L (milligrammi/litro). La mancanza di informazioni sulla capacità ed il grado di riduzione del Cromo VI nel tratto gastrointestinale dei roditori rispetto all'uomo rende piuttosto problematico l'automatizzato trasferimento delle informazioni sull'esposizione neoplastica nei roditori all'uomo e conseguentemente la stima di un rischio in base all'assunzione di Cromo VI con l'acqua da parte dell'uomo.

Nell'uomo, infatti, non sono ancora disponibili studi che possano identificare eventuali effetti sulla salute in seguito all'esposizione orale del Cromo. I dati, pur limitati, derivanti da studi sull'uomo non mostrano per EFSA una evidente asso-

## 5.4

### Il parere della European Food Safety Authority (EFSA)

ciazione tra l'esposizione orale al Cromo totale o al Cromo VI e gli effetti negativi sulla salute, ivi compreso il cancro.

Gli studi condotti permettono però di asserire che il Cromo VI ingerito subisce una riduzione sia a livello boccale attraverso la saliva che a livello gastrico per effetto del pH acido. Alcuni studi ribadiscono però che, in particolari condizioni individuali, una parte di Cromo VI (10 – 20%) non subisce questa riduzione.

Dagli studi elaborati da EFSA sono emerse le seguenti considerazioni conclusive:

- In animali da esperimento il Cromo VI ha effetti carcinogenici dopo esposizione orale, in particolare ciò viene espresso nel citato lavoro NTP (2008)
- Per l'uomo le informazioni sull'esposizione orale sono limitate non permettendo di dimostrare un'associazione con effetti tossici compreso l'effetto neoplastico. Inoltre le scarse informazioni a disposizione sono insufficienti per dimostrare una tossicità riproduttiva ed allergica
- I livelli correnti di esposizione al Cromo VI attraverso il consumo di tutti i tipi di acqua o di acqua in bottiglia sono di scarso impatto sulla salute pubblica per i consumatori abituali.
- Diverso il caso per i "forti" consumatori, tra cui in particolare i "giovani" (dai 0 mesi ai 10 anni), in cui potrebbe esservi un potenziale impatto. Questo probabilmente per la maggior assunzione di "differenti liquidi" contenenti acqua. Pertanto si suggeriscono margini di sicurezza maggiori per questa fascia di popolazione.
- Il Cromo VI può interessare, dopo somministrazioni orali ripetute in ratti e topi, organi del sistema ematopoietico (milza, midollo osseo), il fegato, il rene e tratti del sistema gastroenterico.
- Il Cromo VI mostra genotossicità in vitro e in vivo dopo somministrazione intraperitoneale (iniezioni in cavità addominale), ciò a indicare che la capacità riduttiva del tratto gastroenterico influenza, in maniera positiva, gli effetti genotossici in vivo.

ASL di Brescia ha organizzato un Convegno dal titolo “Laboratorio Brescia – Il cromo VI nelle acque potabili: aspetti di sanità pubblica” che si è tenuto il 20 Ottobre 2014, aperto alla cittadinanza, per condividere il lavoro svolto in collaborazione con gli Enti coinvolti per il monitoraggio e il miglioramento della qualità delle acque potabili in Comune di Brescia, specificatamente dedicato all’inquinamento da Cromo VI.

Il Convegno si è proposto di dare voce ai diversi portatori d’interesse, sottolineando la complessità della gestione della problematica, sia da un punto di vista tecnico, ma anche a causa della molteplicità delle competenze degli Enti preposti. Di particolare rilievo è stato il coinvolgimento dell’Istituto Superiore di Sanità che ha collaborato nella strutturazione del convegno stesso, ed ha portato la sua autorevole competenza nell’interpretazione della normativa e delle evidenze epidemiologiche. Tra i vari interventi, il Comune di Brescia ha illustrato il lavoro svolto dall’Osservatorio Acqua Bene Comune. Tutte le presentazioni sono disponibili sul sito dell’ASL al link <http://www.aslbrescia.it/bin/index.php?id=2938> (Percorso: Home, Comunicazione aziendale, Eventi, convegni, fiere e workshop). L’evento si inquadra in un percorso ampio, all’interno del quale le attività di comunicazione rappresentano una parte essenziale del processo di gestione di un sito contaminato, costituendo un momento fondamentale di condivisione con la popolazione e i professionisti circa gli aspetti tecnici, le evidenze scientifiche disponibili e le iniziative messe in atto dalle Istituzioni.

## 5.5 Un evento comunicativo aperto alla cittadinanza: “Laboratorio Brescia – Il cromo VI nelle acque potabili: aspetti di sanità pubblica”

## 5.6

### Tecniche per il campionamento dell’acqua da sottoporre ad analisi (vedi FAQ pto. 5)

Le modalità di prelievo devono essere rigorosamente standardizzate e finalizzate a far sì che all’analisi arrivino campioni di acqua rappresentativi e non alterati da scorrette modalità di prelievo e conservazione. Il prelievo dovrebbe essere affidato a personale qualificato, con l’utilizzo di adeguati contenitori che non cedano o adsorbano elementi metallici (ad es. in Polipropilene) sia durante la raccolta, la conservazione ed il trasporto. La raccolta dev’essere di adeguata quantità (almeno 500 ml) anche per un eventuale frazionamento durante il controllo.

Il contenitore deve essere ermeticamente chiuso, devono essere definiti e standardizzati i tempi e le modalità di invio al laboratorio per evitare fenomeni chimico-fisici o microbiologici che potrebbero alterarne la composizione (tempo massimo di conservazione, temperatura dei sistemi di trasporto/conservazione, esposizione alle radiazioni UV etc.)

## 5.7

### Tecniche analitiche per la determinazione di Cromo totale e Cromo esavalente (VI) (vedi FAQ pto. 5)

Le tecniche analitiche per la determinazione del Cromo totale sono varie e diverse da quelle per la messa in evidenza del Cromo esavalente (Cr(VI)).

Per il Cromo totale sono previste, nel Manuale APAT IRSA-CNR 29/2003, varie tecniche spettroscopiche di assorbimento atomico con diversi tipi di atomizzazione che permettono di variare la sensibilità (**limite di rilevazione**).

Esistono inoltre tecniche più innovative quali l’ICP-MS (Spettrometria di massa a plasma accoppiato induttivamente) che permette di raggiungere **limiti di rilevazione** molto bassi (nell’ordine dei  $\mu\text{g/L}$ ) e nel contempo soddisfa alti livelli di **specificità**.

La selezione delle tecniche analitiche viene fatta sulla base del **limite di rilevazione** minimo che si vuole raggiungere, fermo restando l’importanza della **specificità**.

In pratica, si sceglie una tecnica che permetta di rilevare la quantità minima di sostanza con una buona precisione.

Per il Cromo esavalente (Cr(VI)) la tecnica riportata nel Manuale APAT IRSA-CNR 29/2003 è eseguita per via spettrofotometrica tramite reazione con difenilcarbazide (il Cr(VI) si riduce a Cr(III) con contemporanea ossidazione della difenilcarbazide a difenilcarbazono che porta alla formazione di un composto colorato in rosso-violetto). Si tratta di una tecnica alquanto specifica ma poco sensibile (il limite di quantificazione è di  $100 \mu\text{g/L}$ ). E’ possibile comunque ridurre tale limite a valori inferiori (fino anche a  $5 \mu\text{g/L}$ ), attuando delle modifiche ai volumi dei reattivi utilizzati ed ai tempi di reazione. Nel caso di modifiche al metodo è importante eseguire una **validazione** della metodica.

Il metodo validato può essere successivamente “accreditato” da un organismo all’uopo incaricato. **L’accreditamento** attesta il livello di qualità del lavoro del Laboratorio, verificando la conformità del suo sistema di gestione e delle sue competenze a requisiti normativi internazionalmente riconosciuti, nonché alle prescrizioni legislative obbligatorie.

La determinazione del cromo esavalente viene oggi eseguita tramite l’accoppiamento di tecniche cromatografiche separative (HPLC) con tecnica di spettro-

**LABORATORIO BRESCIA** IL CROMO VI NELLE ACQUE POTABILI: ASPETTI DI SANITÀ PUBBLICA

Lunedì 20 ottobre 2014  
Sala Cavaliere del Lavoro Pier Giuseppe Beretta  
Associazione Industriale Bresciana  
Via Cefalonia 62, Brescia

**PROGRAMMA**

8.30 - 9.00 Registrazione dei partecipanti  
9.00 - 9.15 Saluto della Autorità  
9.15 - 9.30 Introduzione alla giornata  
Dr. Corrado Scavetta

**1. SESSIONE**

9.30 - 9.50 Enti degli accertamenti sulla falda contaminata da ADR  
D.ssa Maria Luisa Pastore

9.50 - 10.10 Il ruolo di Regione Lombardia nella gestione di un sito contaminato  
Ing. Angelo Scudetti

10.10 - 10.40 Il monitoraggio della qualità delle acque condotto dall'ASL di Brescia  
D.ssa Lucia Leonardi

10.40 - 11.00 Esperienze del Ministero dell'Ambiente su siti contaminati da Cromo VI  
Ing. Laura D'Agliole

11.00 - 11.20 Attività del Comune di Brescia nella costituzione del tavolo di lavoro Cromo VI  
Ing. Angelo Capretti

**2. SESSIONE**

11.20 - 11.40 La normativa sulla qualità delle acque destinate al consumo umano ed il rischio da Cromo VI: attuali e possibili evoluzioni  
Dr. Luca Locantini

11.40 - 12.00 Aspetti tossicologici  
Prof. Pietro Apostoli

12.00 - 12.30 Analisi del rischio della European Food Safety Authority (EFSA) sul Cromo VI  
D.ssa Susanna D'Agostini

12.30 - 12.50 L'esperienza dell'Osservatorio Acqua Bene Comune nella tutela della qualità delle acque destinate al consumo umano  
Prof. Gianluigi Fonda

12.50 - 13.10 Discussioni  
13.10 - 14.00 Pausa pranzo

**3. SESSIONE**

14.00 - 14.30 Tecniche per il risanamento della falda contaminata da Cromo VI  
Prof. Carlo Collingrande  
Prof.ssa Sabrina Sorlini

14.30 - 15.00 Interventi adottati nel processo di approvvigionamento idrico per il miglioramento della qualità delle acque potabili  
Ing. Maria Tomasoni  
Dr. Giovanni Brignoli

15.00 - 15.30 Il punto di vista dell'Istituto Superiore di Sanità sulla gestione della contaminazione da Cromo VI a Brescia  
Dr.ssa Loredana Muzenzi

15.30 - 16.00 Prime ipotesi di scenari di intervento per la messa in sicurezza e bonifica della falda del SIN "Brescia-Caffaro"  
Ing. Silvia Caracciolo

16.00 - 16.20 Modellizzazione idrogeologica dei fenomeni di flusso e di trasporto dei contaminanti nell'acquifero del SIN "Brescia-Caffaro"  
Dr. Andrea Carloni

16.20 - 16.50 Ruolo del cittadino-consumatore nella valutazione di qualità delle acque potabili  
Dr.ssa Claudia Chiozzotto

16.50 - 17.10 Discussioni e chiusura lavori

**ENTI ORGANIZZATORI:** ASL BRESCIA, ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ, ENTE PROVVISORIO SIDA, ASL BRESCIA, RESPONSABILE SCIENTIFICO: DR. FABRIZIO SPEDANI, SEGRETERIA ORGANIZZATIVA: DIPARTIMENTO DI PREVENZIONE MEDICO ASL BRESCIA, U.O. COMUNICAZIONE ASL BRESCIA, TEL. 030.383875, U.O. FORMAZIONE ASL BRESCIA, TEL. 030.383856

Il convegno è accreditato ECM per tutte le figure sanitarie e consentirà l'acquisizione di 5,25 crediti formativi. La scheda d'iscrizione e ulteriori informazioni si possono trovare sul sito [www.aslbrescia.it](http://www.aslbrescia.it) sezione Novità ed aggiornamenti, oppure contattando l'U.O. Comunicazione ASL di Brescia, tel. 030.3838326 - 030.3838275 / U.O. Formazione ASL di Brescia, tel. 030.3838556 (per ECM)

IL CONVEGNO È GRATUITO / L'ISCRIZIONE È OBBLIGATORIA TRAMITE APPOSITA SCHEDA DA INVIARE ENTRO IL 15 OTTOBRE 2014

Figura 8

La locandina del convegno “Laboratorio Brescia – Il cromo VI nelle acque potabili”



metria di massa. In questo modo si ottiene una buona sensibilità (valori bassi) con ottima specificità (buona precisione).

Sia per la ricerca del Cr(III) che del Cr(VI) ciò che è importante è avere un **limite di rilevazione** il più basso possibile.

L'ASL è l'Ente di vigilanza come definito dalla normativa vigente ed i laboratori incaricati ad eseguire le analisi di controllo sono accreditati ed utilizzano metodiche accreditate.

Tali metodiche derivano dal Manuale Istisan 07/31 Met. ISS.DBA.035.rev.00 per il Cromo totale; per il Cromo esavalente viene utilizzato un metodo interno, che prevede l'uso dello spettrofotometro e la reazione con difenilcarbazide.

Le metodiche utilizzate hanno un **limite di rilevazione** di 5 µg/L, che rappresenta un decimo del limite di legge (50 µg/L), come previsto dalla legge stessa.

#### **Limite di rilevazione/identificazione (LOD):**

Minima concentrazione di analita (sostanza) in una definita matrice (campione) che può essere distinta dal bianco (campione privo della sostanza ricercata).

#### **Limite di quantificazione (LOQ):**

Minima concentrazione di analita (sostanza) in una definita matrice (campione) che può essere rilevata e quantificata con un definito grado di precisione e accuratezza (in modo sicuro e preciso).

#### **Specificità:**

capacità di un metodo di distinguere inequivocabilmente l'analita da determinare (sostanza da cercare) rispetto ad altre sostanze (diverse da quella ricercata).

#### **Validazione:**

esecuzione di prove ripetute in tempi diversi con differenti campioni preparati con quantità note dell'elemento che si intende ricercare. I risultati delle prove ripetute vanno poi elaborati statisticamente.

Ciò al fine di poter utilizzare metodi diversi che rispondano in modo analogo a determinate caratteristiche statistiche (deviazione standard, coefficiente di variazione....)

#### **Accreditamento:**

è "l'attestazione di terza parte, relativa ad un organismo di valutazione della conformità (nel caso specifico il laboratorio di prova), consistente in una dimostrazione formale della competenza dello stesso a svolgere specifici compiti di valutazione della conformità ed a produrre dati e risultati tecnicamente validi" (Introduzione UNI CEI EN ISO/IEC 17025).

In pratica garantisce l'affidabilità e uniformità dei processi di controllo. Rappresenta lo strumento per la valutazione della competenza dei laboratori da parte delle Autorità preposte.

Ai laboratori incaricati all'esecuzione delle analisi dei campioni prelevati durante i controlli ufficiali, è richiesto di operare, essere valutati ed accreditati in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 dall'ente unico nazionale di accreditamento che opera conformemente alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17011.

## Glossario

Da Manuale  
n. 179/0 - Unichim  
1999

## Bibliografia

lavori ante EFSA  
e Parere EFSA

De Flora S, D'Agostini F, Balansky R, Micale R, Baluce B, Izzotti A. Lack of genotoxic effects in hematopoietic and gastrointestinal cells of mice receiving chromium(VI) with the drinking water. *Mutat Res.* 2008 Jul-Aug;659(1-2):60-7. Epub 2007 Nov 19.

De Flora S. Threshold mechanisms and site specificity in chromium(VI) carcinogenesis. *Carcinogenesis.* 2000 Apr;21(4):533-41.

Kerger, B.D., Butler, W.J., Paustenbach, D.J., Zhang, J.D. & Li, S.K., 2009. Cancer Mortality in Chinese Populations Surrounding an Alloy Plant with Chromium Smelting Operations. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 72:5:329.

Linos A, Petralias A, Christophi CA, Christoforidou E, Kouroutou P, Stolidis M, Veloudaki A, Tzala E, Makris KC, Karagas MR. Oral ingestion of hexavalent chromium through drinking water and cancer mortality in an industrial area of Greece--an ecological study. *Environ Health.* 2011 May 24;10:50.

McCarroll, N., Keshava, N., Chen, J., Akerman, G., Kligerman, A. & Rinde, E., 2010. An Evaluation of the Mode of Action Framework for Mutagenic Carcinogens Case Study II: Chromium (VI). *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 51:2:89.

National Toxicology Program. Toxicology and carcinogenesis studies of sodium dichromate dihydrate (Cas No.7789-12-0) in F344/N rats and B6C3F1 mice (drinking water studies). *Natl Toxicol Program Tech Rep Ser.* 2008 Jul;(546):1-192.

O'Brien TJ, Ding H, Suh M, Thompson CM, Parsons BL, Harris MA, Winkelman WA, Wolf JC, Hixon JG, Schwartz AM, Myers MB, Haws LC, Proctor DM. Assessment of K-Ras mutant frequency and micronucleus incidence in the mouse duodenum following 90-days of exposure to Cr(VI) in drinking water. *Mutat Res.* 2013 Jun 14;754(1-2):15-21.

Proctor DM, Suh M, Aylward LL, Kirman CR, Harris MA, Thompson CM, Gurelyuk H, Gerads R, Haws LC, Hays SM. Hexavalent chromium reduction kinetics in rodent stomach contents. *Chemosphere.* 2012 Oct;89(5):487-93. doi:10.1016/j.chemosphere.2012.04.065.

Proctor, D.M., Thompson, C.M., Suh, M. & Harris, M.A., 2011. A Response to "a Quantitative Assessment of the Carcinogenicity of Hexavalent Chromium by the Oral Route and Its Relevance to Human Exposure". *Environmental Research*, 111:3:468. *Environmental Science and Health Part C*, 24:155.

Stern AH. A quantitative assessment of the carcinogenicity of hexavalent chromium by the oral route and its relevance to human exposure. *Environ Res.* 2010 Nov;110(8):798-807

Stern, A.H., 2010. A Quantitative Assessment of the Carcinogenicity of Hexavalent Chromium by the Oral Route and Its Relevance to Human Exposure. *Environmental Research*, 110:8:798.

Stout, M.D., Herbert, R.A., Kissling, G.E., Collins, B.J., Travlos, G.S., Witt, K.L., Melnick, R.L., Abdo, K.M., Malarkey, D.E. & Hooth, M.J., 2009. Hexavalent Chromium Is Carcinogenic to F344/N Rats and B6C3F1 Mice after Chronic Oral Exposure. *Envi-*

ron Health Perspect, 117:5:716.

Thompson CM, Kirman CR, Proctor DM, Haws LC, Suh M, Hays SM, Hixon JG, Harris MA. A chronic oral reference dose for hexavalent chromium-induced intestinal cancer. J Appl Toxicol. 2013 Aug 14.

Thompson, C.M., Haws, L.C., Harris, M.A., Gatto, N.M. & Proctor, D.M., 2011a. Application of the U.S. EPA Mode of Action Framework for Purposes of Guiding Future Research: A Case Study Involving the Oral Carcinogenicity of Hexavalent Chromium. Toxicological Sciences, 119:1:20.

Thompson, C.M., Proctor, D.M., Haws, L.C., Hebert, C.D., Grimes, S.D., Shertzer, H.G., Kopec, A.K., Hixon, J.G., Zacharewski, T.R. & Harris, M.A., 2011b. Investigation of the Mode of Action Underlying the Tumorigenic Response Induced in B6C3F1 Mice Exposed Orally to Hexavalent Chromium. Toxicological Sciences, 123:1:58.

Thompson, C.M., Proctor, D.M., Suh, M., Haws, L.C., Herbert, C.D., Mann, J.F., Shertzer, H.G., Hixon, J.G. & Harris, M.A., 2012. Comparison of the Effects of Hexavalent Chromium in the Alimentary Canal of F344 Rats and B6C3F1 Mice Following Exposure in Drinking Water: Implications for Carcinogenic Modes of Action. Toxicological Sciences, 125:1:79.

Zhitkovich, A., 2011. Chromium in Drinking Water: Sources, Metabolism, and Cancer Risks. Chemical Research in Toxicology, 24:10:1617 Scientific Opinion on the risk of public health related to the presence of chromium in food and drinking water. EFSA Panel on contaminants in the food chain, Parma Italy EFSA Journal 2014;12(3):3595

## ANALISI DEI CONTROLLI EFFETTUATI SU Cr(VI) ED ALTRI INQUINANTI

---

# 6.

I dati analizzati si riferiscono ai controlli eseguiti dall'Azienda Sanitaria Locale (ASL) e dall'ente gestore (A2A Ciclo Idrico), presso 27 fontanelle pubbliche della rete acquedottistica della città. Gli elementi analizzati sono quelli emersi dalla relazione "Stato delle acque sotterranee della provincia di Brescia", redatta da ARPA nel 2013 (vedi paragrafo 3.3) come possibili cause di contaminazione antropica delle acque sotterranee e per i quali esiste un limite normativo di riferimento. In particolare sono stati analizzati:

1. Cromo esavalente (Cr(VI)) (557 campioni di ASL e 2023 di A2A)
2. Somma di Tricloroetilene e Tetracloroetilene (435 campioni di ASL e 936 di A2A)
3. Nitrati (212 campioni di ASL e 977 di A2A)

Il periodo temporale analizzato è stato diviso in due parti al fine di evidenziare gli effetti del progetto di abbattimento del Cr(VI) (vedi paragrafo 4.4):

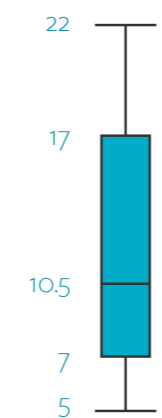
- a. da gennaio 2012 a settembre 2014
- b. da ottobre 2014 a marzo 2015

Per ogni punto di campionamento è stata utilizzata una rappresentazione grafica mediante Box-Plot (Tukey 1977, Exploratory Data Analysis, Addison-Wesley). Essa corrisponde ad una "scatola" che presenta come base inferiore il valore del primo quartile dei campioni (25% dei dati), come base superiore il valore del terzo quartile dei campioni (75% dei dati), mentre la linea orizzontale, che divide il box in due parti, è la mediana (valore corrispondente al 50% dei dati). Ogni box presenta due "baffi", uno inferiore ed uno superiore, rispettivamente il valore minimo e massimo della serie. I rombi neri nei grafici corrispondono agli outliers, valori considerati anomali rispetto alle altre osservazioni in quanto superiori, o inferiori, di 1,5 volte l'altezza del Box Plot (calcolata come differenza tra i valori del terzo e del primo quartile).

Ove i dati hanno valori molto simili, o uguali, tra loro, il box plot risulta molto compresso con massimo, minimo, mediana quasi coincidenti e può anche essere rappresentato da una sola linea.

A titolo d'esempio, si riporta il box plot relativo alla concentrazione di Cr(VI) nella fontanella di Via Veneto rilevato da ASL (Figura 9). Su tutti i campioni analizzati tra gennaio 2012 e settembre 2014 risulta che:

**Figura 9**  
Box plot relativo alla concentrazione di Cr(VI) nella fontanella di Via Veneto



- il 25% dei campioni aveva una concentrazione compresa tra 5 e 7 µg/l;
- il 50% dei campioni aveva una concentrazione inferiore a 10,5 µg/l (che corrisponde alla mediana);
- il 75% dei campioni aveva una concentrazione inferiore a 17 µg/l;
- il valore minimo misurato è stato di 5 µg/l (coincidente con il limite di rilevabilità);
- il valore massimo misurato è stato di 22 µg/l;
- non vi sono rombi neri, cioè nessun outlier, quindi nessun valore aveva concentrazione superiore di 1,5 volte l'altezza del Box Plot rispetto al terzo quartile (nell'esempio terzo quartile 17 µg/l, altezza box plot 10 µg/l, nessun valore superiore a  $(17 + (10 \cdot 1,5)) = 32 \mu\text{g/l}$ ).

Il grafico di Figura 10 (dati relativi al controllo dell'ASL) rappresenta l'elaborazione dei dati di concentrazione di Cr(VI), relativi ad un numero di campioni variabili da 9 a 44 a seconda del punto rete, prelevati da gennaio 2012 a settembre 2014. I valori calcolati relativi alla mediane risultano variabili tra un minimo di 5 µg/l e un massimo di 11,5 µg/l.

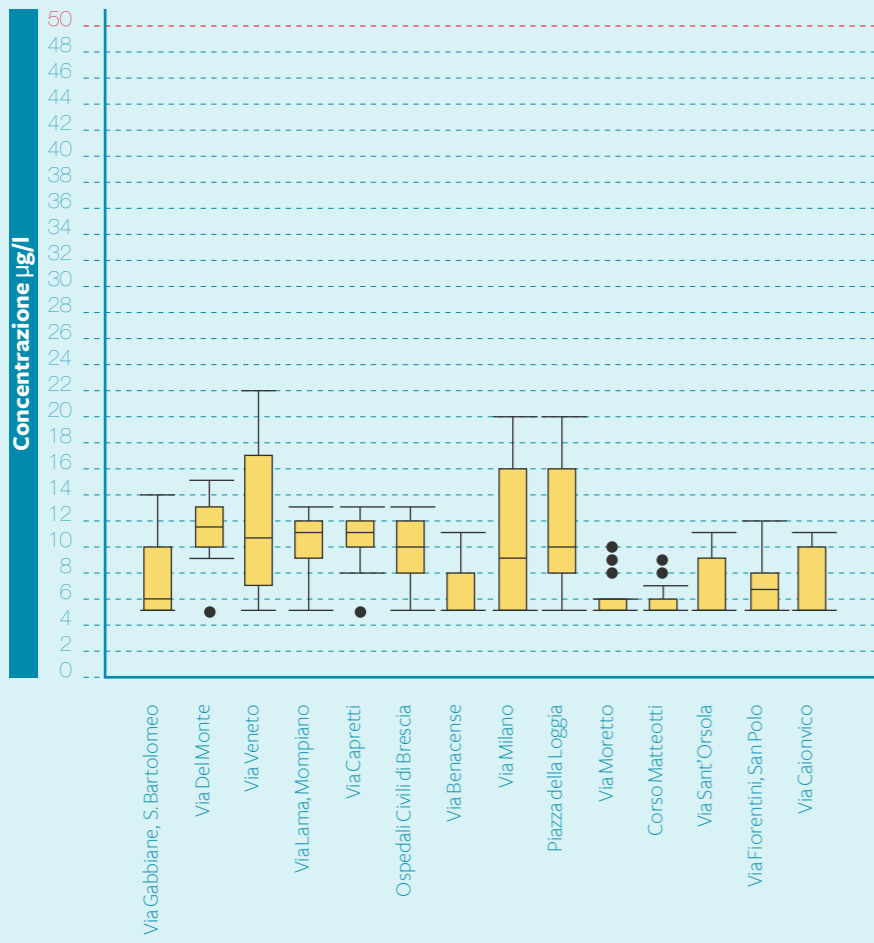
Analogamente, i dati rappresentati in Figura 11 (dati relativi al controllo dell'A2A con 52-58 campioni per punto rete), riferiti allo stesso periodo di monitoraggio, presentano valori relativi alle mediane variabili tra un minimo di 2 µg/l e un massimo di 9,7 µg/l.

I dati relativi al periodo di monitoraggio successivo agli interventi di abbattimento del Cr(VI) (Figura 12 e Figura 13), da ottobre 2014 a marzo 2015, mostrano concentrazioni sempre inferiori o uguali a 5 µg/l. Questo risultato conferma l'efficacia dei sistemi di rimozione del Cr(VI) applicati prima della distribuzione dell'acqua potabile nella rete acquedottistica.

Il grafico di Figura 14 (dati relativi al controllo dell'ASL) rappresenta la somma delle concentrazioni rilevate per Tricloroetilene e Tetracloroetilene (limite normativo 10 µg/l), relative ad un numero di campioni variabili da 9 a 45, prelevati da gennaio 2012 a dicembre 2014. I valori calcolati relativi alla mediane risultano variabili tra un minimo di 1 µg/l e un massimo di 3,5 µg/l. Andamento analogo viene mostrato dal grafico di Figura 15, riferito al monitoraggio condotto da A2A, con 35-37 campioni per punto rete.

Il grafico di Figura 16 (dati relativi al controllo dell'ASL) rappresenta le concentrazioni rilevate per i nitrati (limite normativo 50 mg/l), relative ad un numero di campioni variabili da 5 a 21, prelevati da gennaio 2012 a dicembre 2014. I valori calcolati relativi alle mediane risultano variabili tra un minimo di 5 mg/l e un massimo di 35,5 mg/l. I dati relativi alla concentrazione di nitrati, rilevati nella campagna di monitoraggio condotta da A2A (Figura 17), a fronte di una maggiore variabilità delle mediane relative a 36-38 campioni per punto rete, mostrano un valore massimo di mediana pari a 34 mg/l.

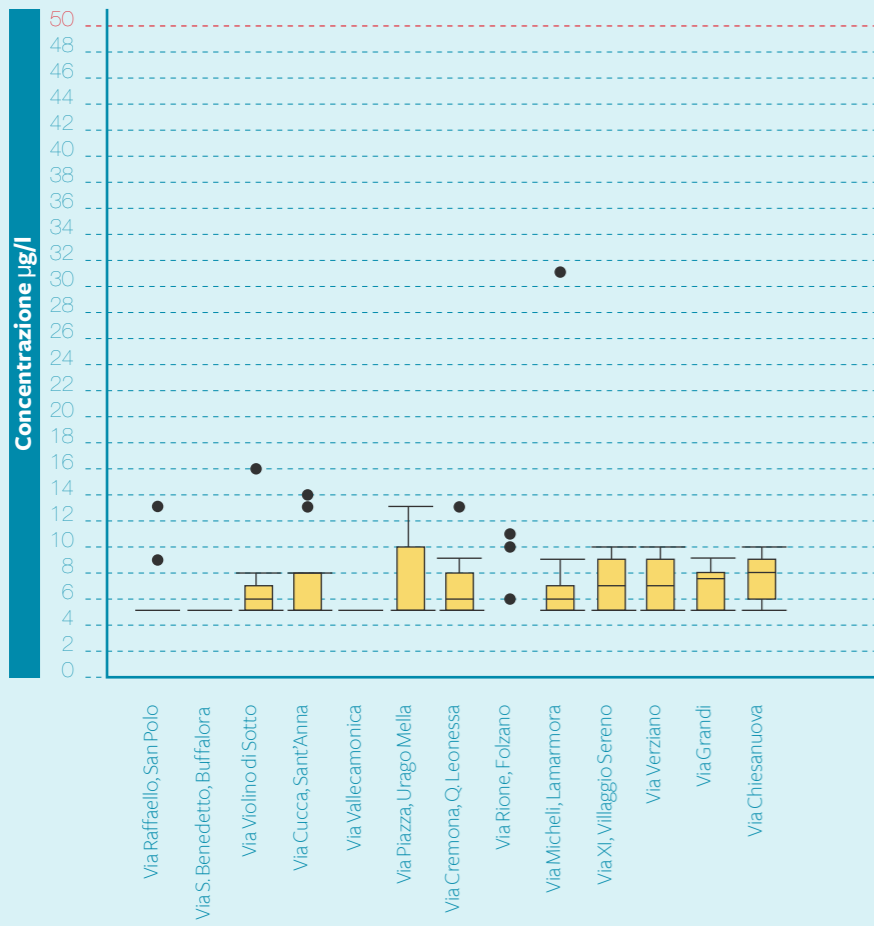
Dall'analisi dei 5140 campioni rilevati nei 27 punti di controllo dell'acqua potabile della rete da ASL e A2A, da gennaio 2012 a marzo 2015, pur risultando una certa variabilità legata alla diversa qualità iniziale delle fonti di approvvigionamento (pozzi e sorgenti), risulta che tutti i valori rilevati per i parametri analizzati (Cr(VI), somma di Tricloroetilene e Tetracloroetilene, Nitrati) sono sempre stati ampiamente inferiori ai limiti indicati dalla normativa sulle acque destinate al consumo umano.



**Figura 10**  
**Cr(VI) Dati ASL**  
**gennaio 2012 - settembre 2014**

Limite legge Cromo totale 50 µg/l  
Limite rilevabilità 5 µg/l

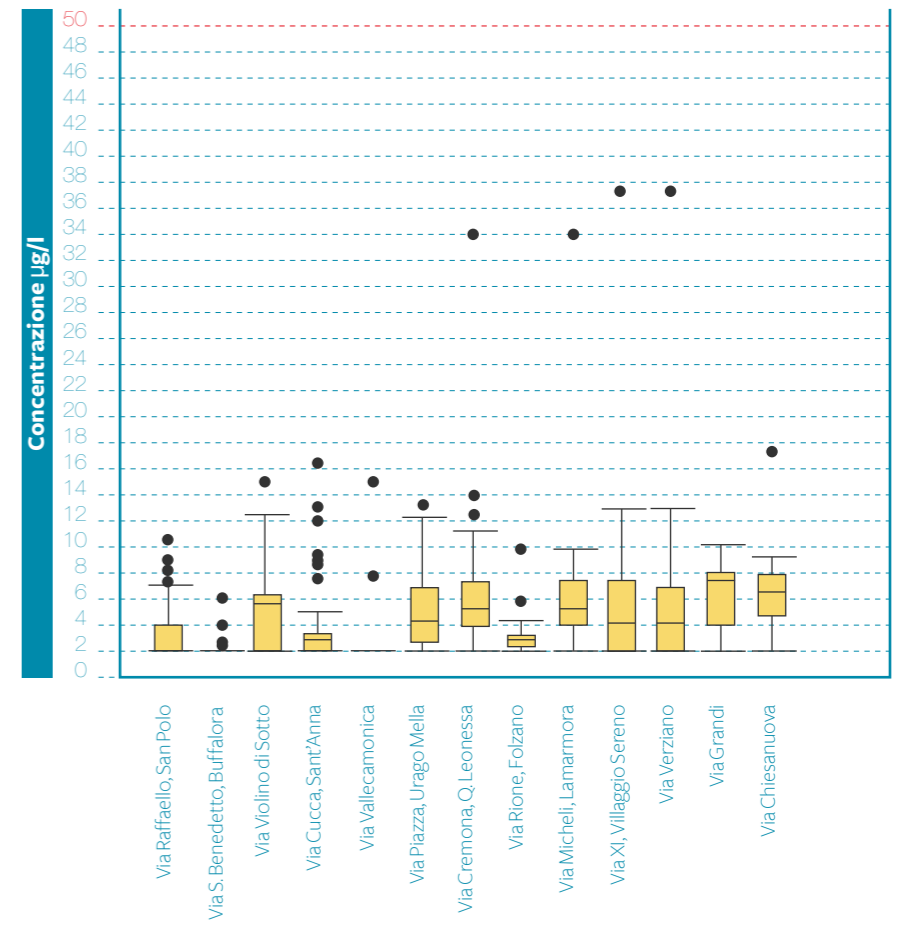
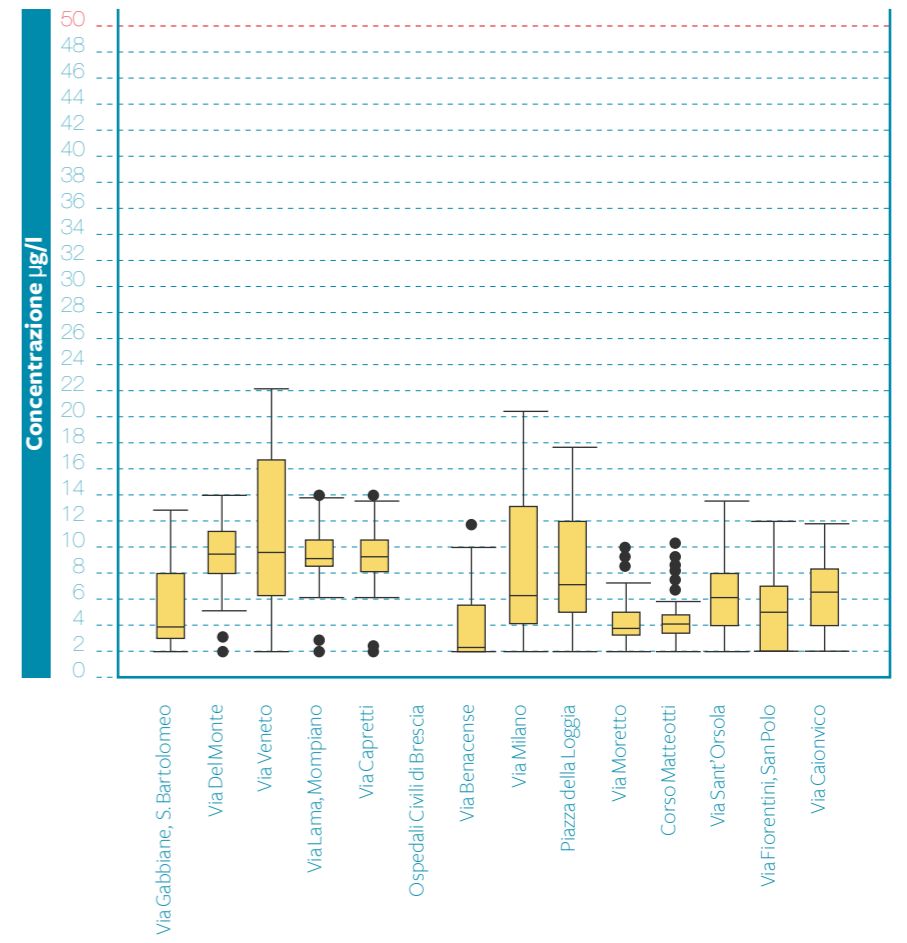
N. Campioni per punto di misura da 9 a 44

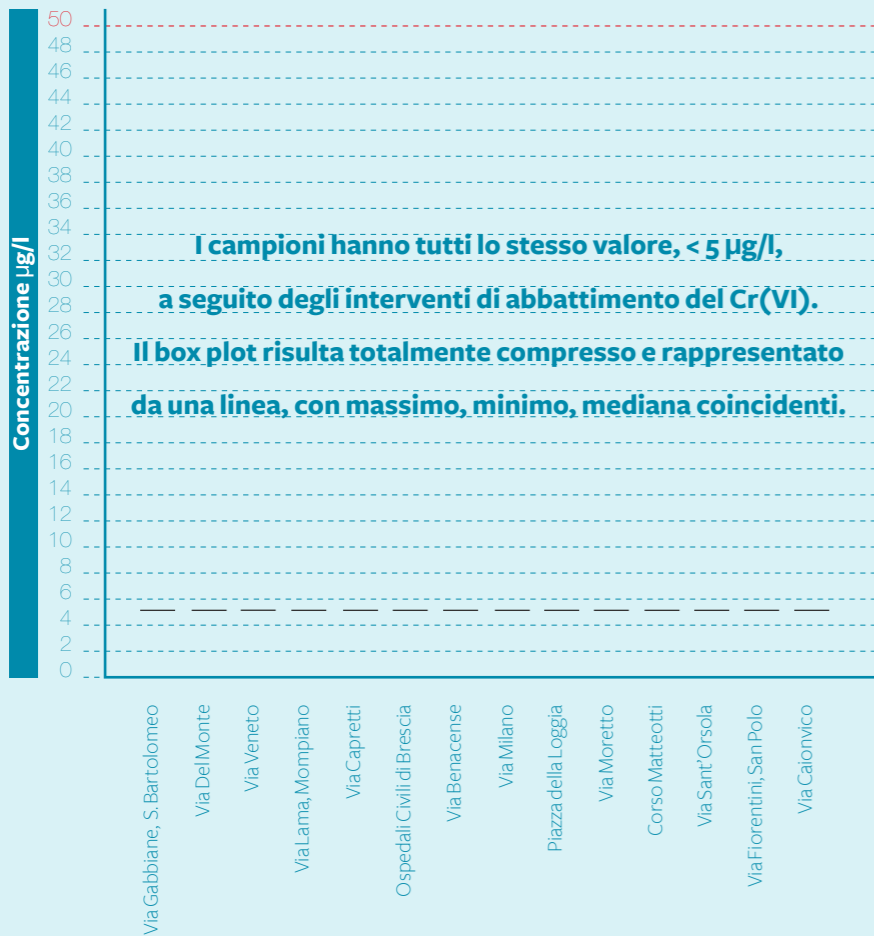


**Figura 11**  
**Cr(VI) Dati A2A**  
**gennaio 2012 - settembre 2014**

Limite legge Cromo totale 50 µg/l  
Limite rilevabilità 2 µg/l

N. Campioni per punto di misura da 52 a 58

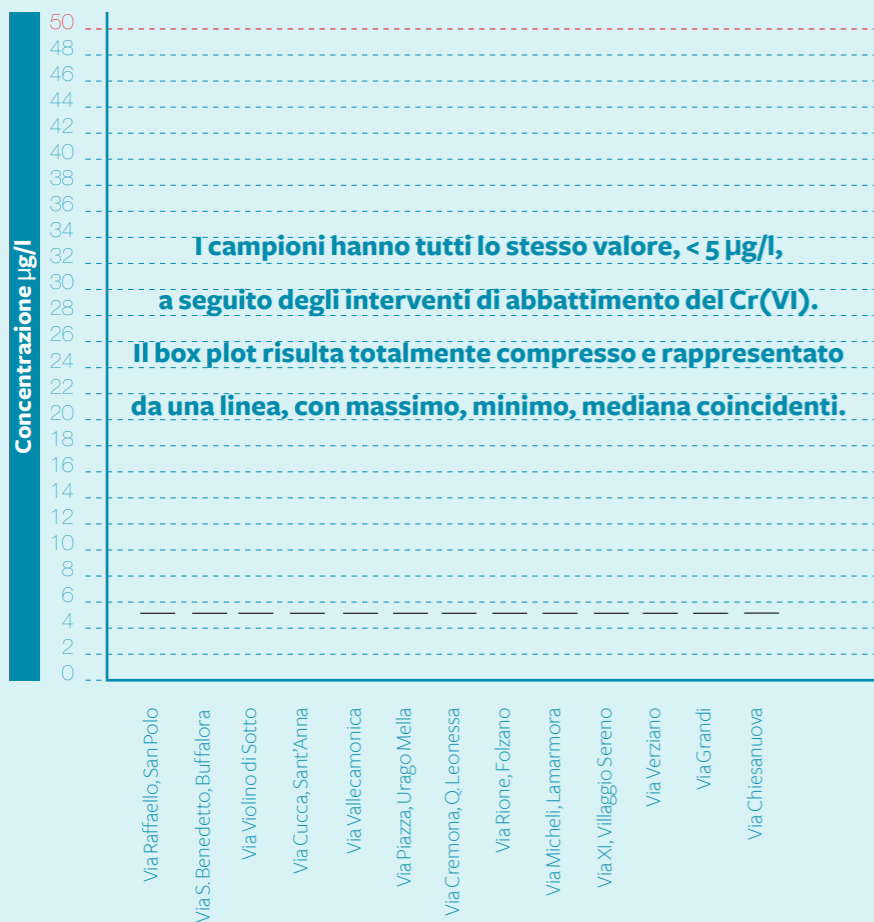




**Figura 12**  
**Cr(VI) Dati ASL**  
**ottobre 2014 - marzo 2015**

Limite legge Cromo totale 50  $\mu\text{g/l}$   
Limite rilevabilità 5  $\mu\text{g/l}$

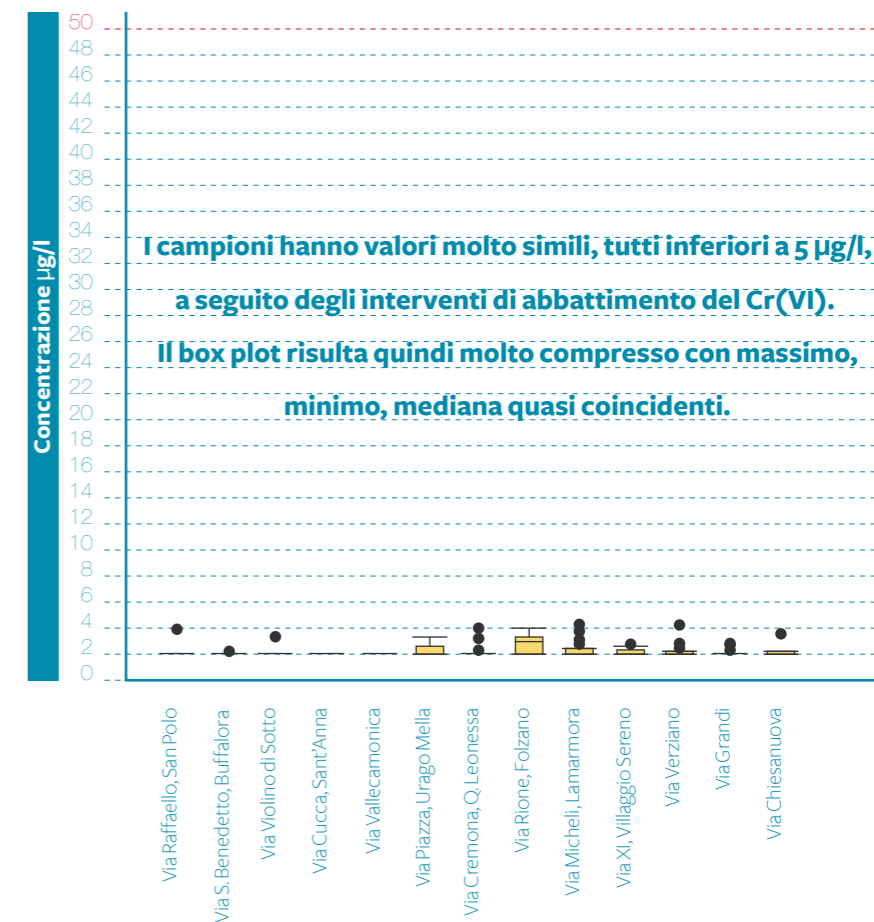
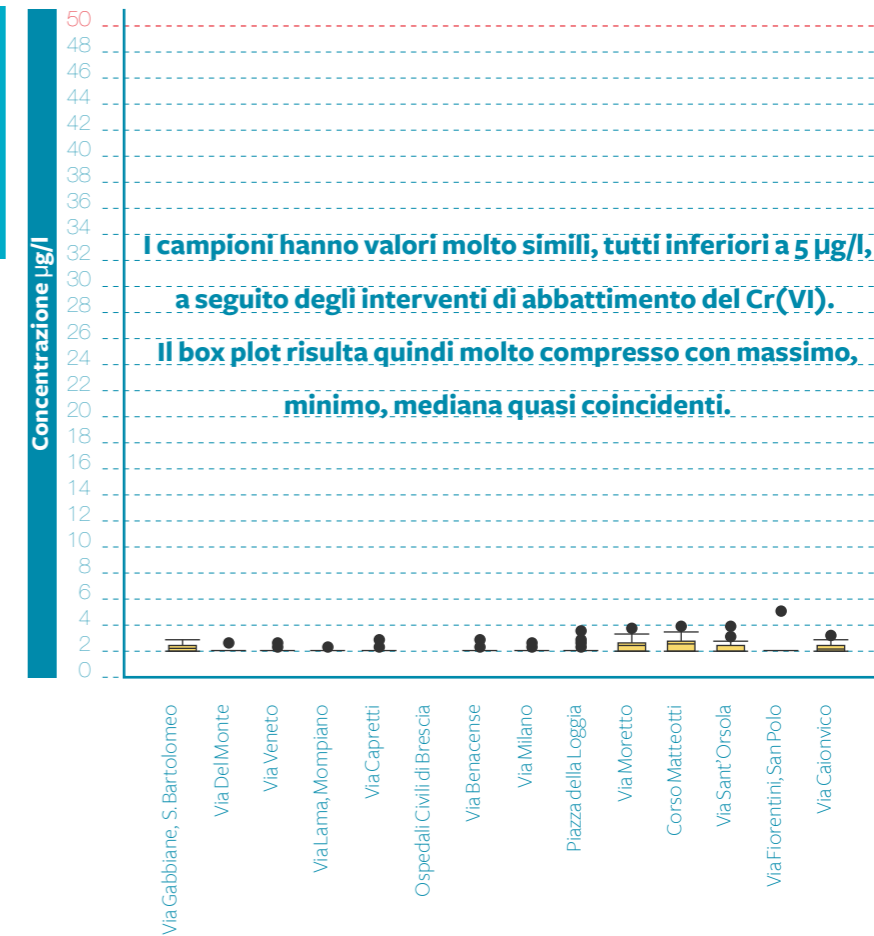
N. Campioni per punto di misura da 3 a 10



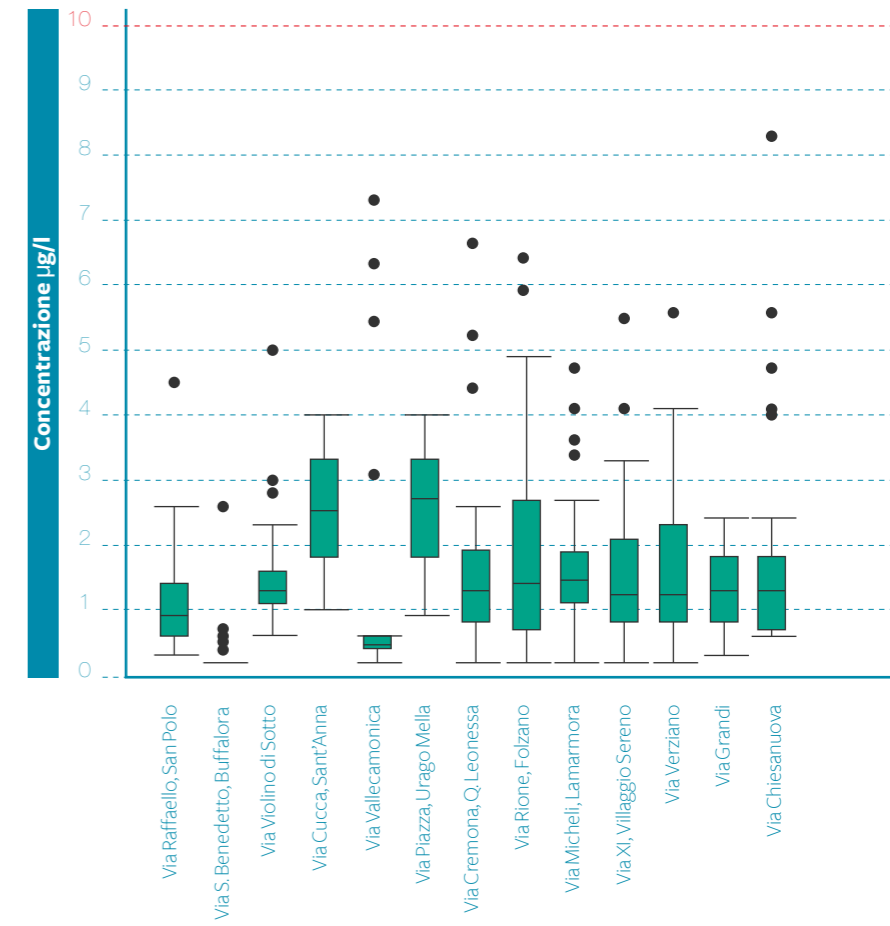
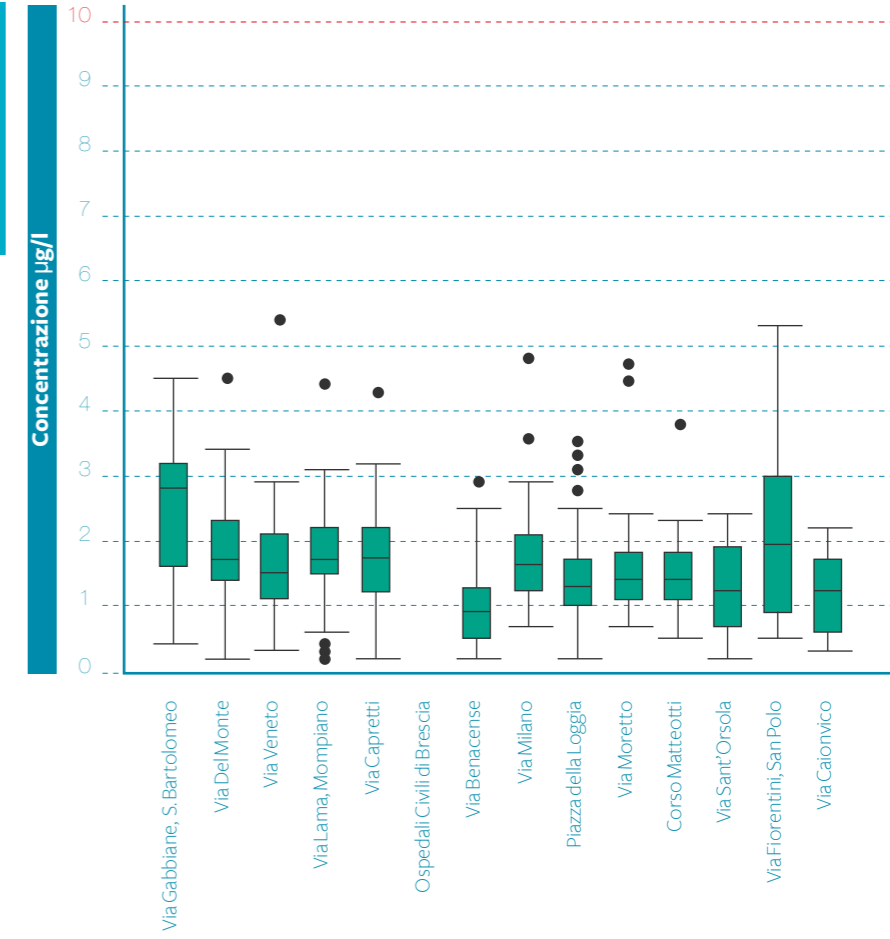
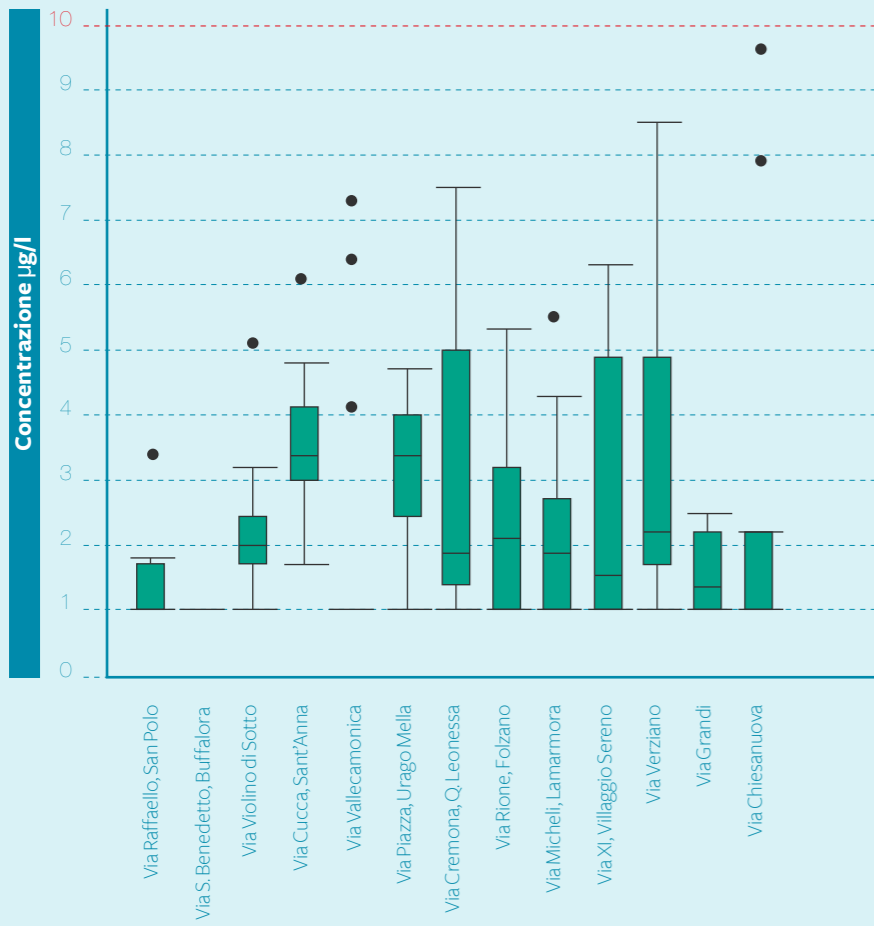
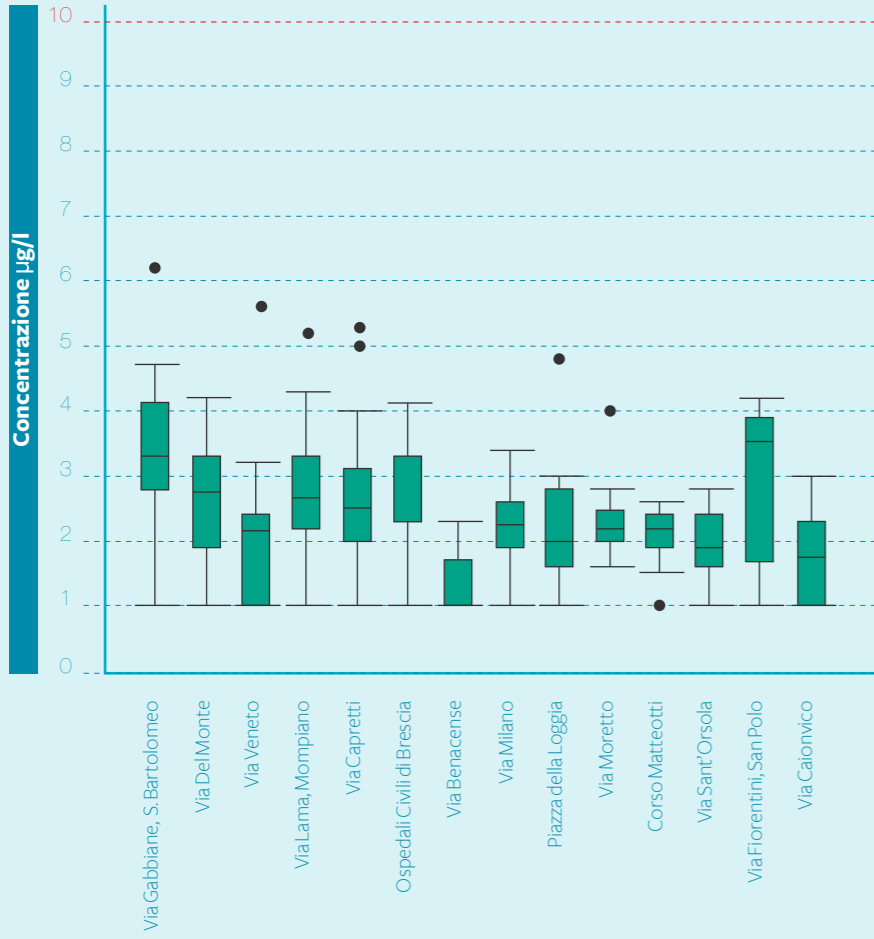
**Figura 13**  
**Cr(VI) Dati A2A**  
**ottobre 2014 - marzo 2015**

Limite legge Cromo totale 50  $\mu\text{g/l}$   
Limite rilevabilità 2  $\mu\text{g/l}$

N. Campioni per punto di misura da 24 a 25









**Figura 16**  
**Nitrati Dati ASL**  
**gennaio 2012 - settembre 2014**

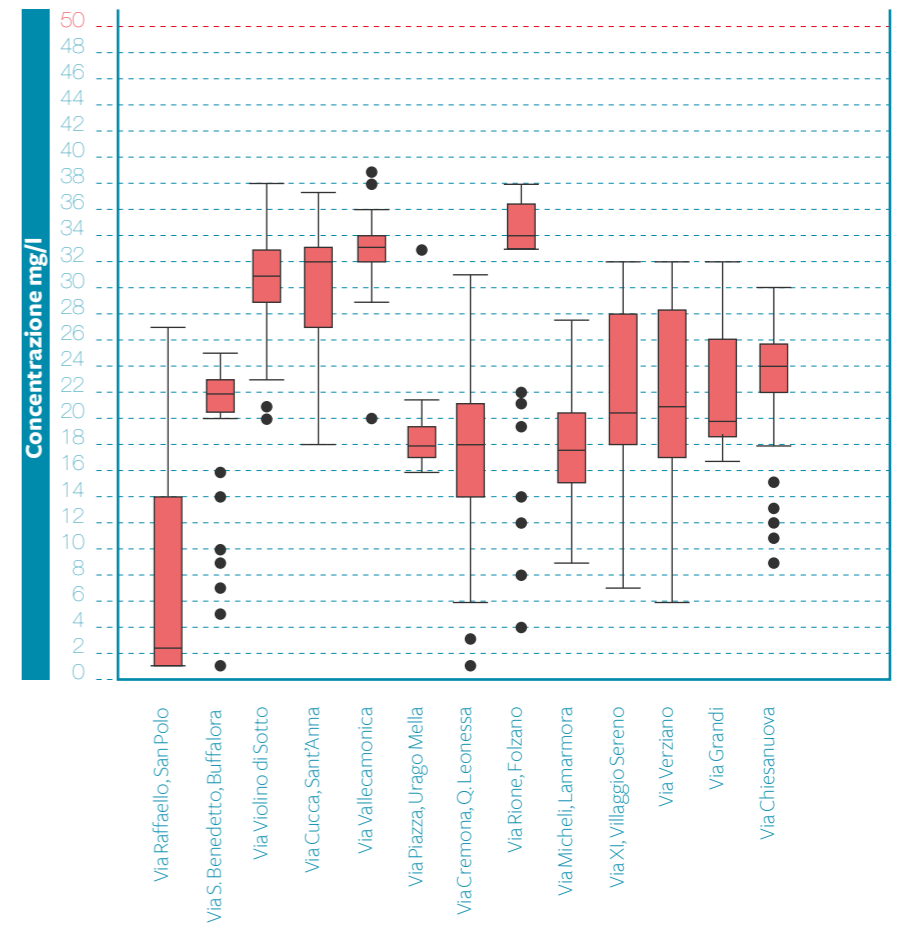
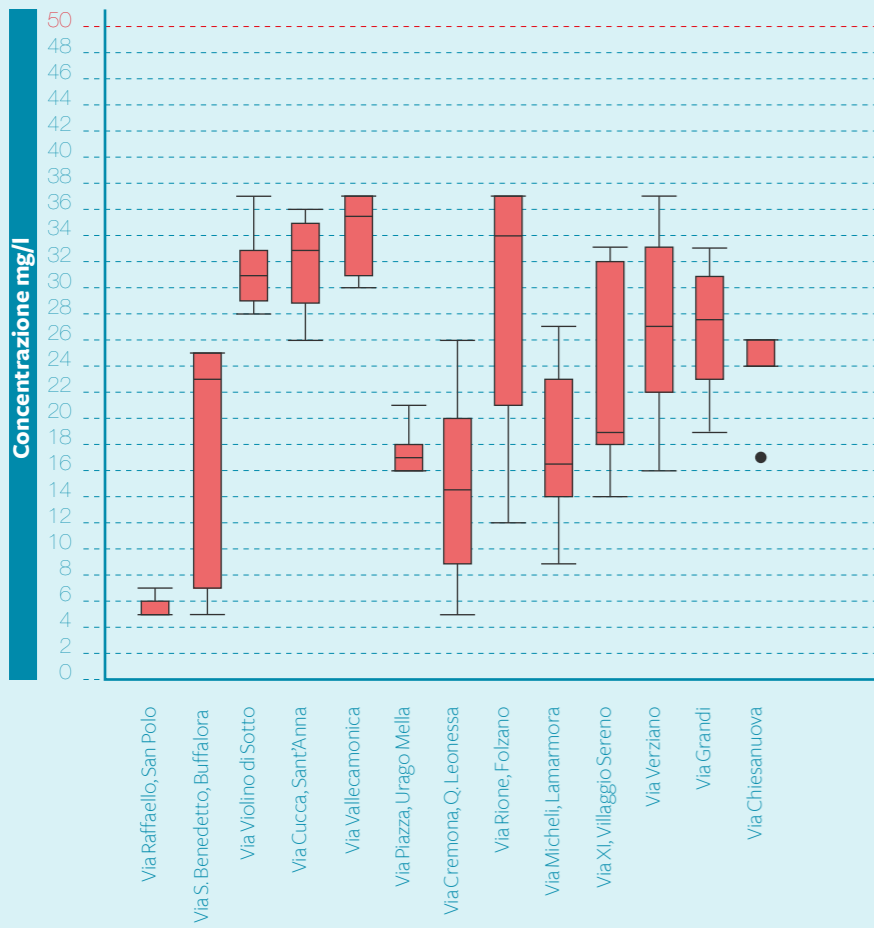
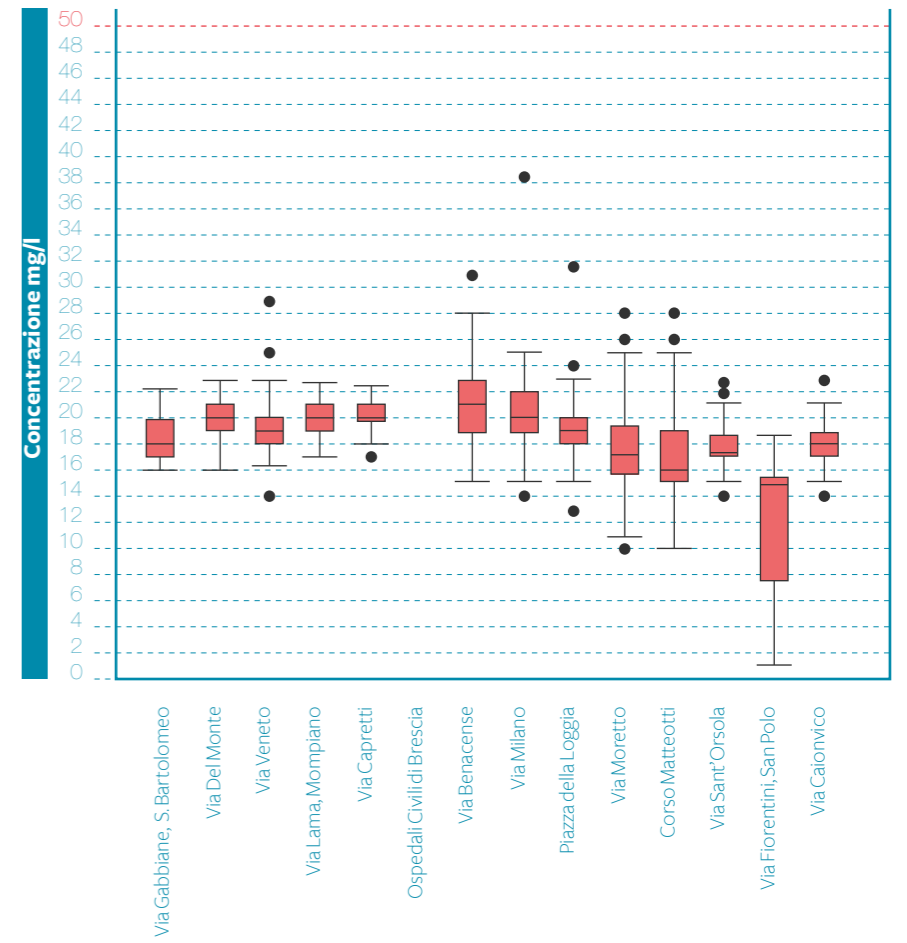
Limite legge 50 mg/l  
Limite rilevabilità 5 mg/l

N. Campioni per punto di misura  
da 5 a 21

**Figura 17**  
**Nitrati Dati A2A**  
**gennaio 2012 - settembre 2014**

Limite legge 50 mg/l  
Limite rilevabilità 1 mg/l

N. Campioni per punto di misura  
da 36 a 38



# CONTROLLI NELLE SCUOLE DEL COMUNE DI BRESCIA

---

# 7.

**Per rispondere alle richieste pervenute al Comune di Brescia in merito alla qualità dell'acqua distribuita nelle mense delle scuole comunali**, il Servizio Mense del Settore Provveditorato del Comune di Brescia ha provveduto ad introdurre l'uso di bottiglie in plastica da 1,5 litri di acqua oligominerale durante i pasti dei ragazzi, **per il tempo necessario** per realizzare uno screening sulle tubature degli edifici scolastici comunali, verificandone lo stato di manutenzione che potrebbe essere la causa della **presenza di impurità segnalate dai fruitori**.

Per caratterizzare chimicamente l'acqua potabile distribuita nelle scuole, è stato incaricato un laboratorio privato che ha effettuato i prelievi presso le scuole il giorno 2 gennaio 2014 a scuole chiuse ed il giorno 30 gennaio 2014 al fine di verificare i valori di piombo e ferro che ad "acqua ferma" si sono rilevati leggermente al di sopra dei limiti in tre scuole (Quasimodo, Gallo e Pasquali). La seconda analisi ha dato risultati entro i limiti per i parametri esaminati. Per quanto riguarda la presenza del cromo VI in tutte le scuole i dati rilevati sono risultati ampiamente al di sotto del limite massimo stabilito. I dati riscontrati dal laboratorio incaricato sono anche risultati al di sotto dei valori rilevati da ASL e A2A.

L'Osservatorio nelle prime sedute del marzo 2014 ha concordato in merito alla possibilità di richiedere ad Asl e A2A l'effettuazione di una nuova campagna di monitoraggio presso le scuole del Comune di Brescia. Nel mese di aprile 2014 l'Asl ha effettuato le analisi chimiche presso tutte le scuole nelle quali era stata fatta l'indagine sulla qualità dell'acqua prima citata: i risultati delle analisi condotte da Asl nelle scuole sono stati pubblicati sul sito "Osservatorio Acqua Bene Comune" e confermano che in tutte le scuole l'acqua analizzata rientra nei limiti di legge per la potabilità.

Per quanto riguarda il cromo esavalente, dalle analisi nelle scuole si conferma la distribuzione già emersa dall'analisi dei dati storici di Asl e A2A: si evidenzia una distribuzione non omogenea sul territorio, differenziata in funzione della rete di distribuzione e quindi delle fonti di approvvigionamento (pozzi e/o sorgenti).

Visti i risultati delle verifiche effettuate a partire dal settembre 2014 è stato tolto l'obbligo dell'uso delle bottiglie da 1,5 litri nelle mense reintroducendo l'uso delle caraffe con acqua dell'acquedotto comunale, lasciando la possibilità ai genitori degli alunni iscritti al servizio di ristorazione di portare acqua in bottiglia a proprie spese e cura.

**Campagne di monitoraggio dell'acqua nelle scuole comunali di Brescia del 7 aprile 2014**

POT	Data	Scuola	Indirizzo	Cromo (µg/l)	Cr(VI) (µg/l)	Ferro (µg/l)	Piombo (µg/l)
73730	09 apr	Scuola Primaria di Boifava	Via Sant'Orsola, 124	11	10	<20	<1
73731	09 apr	Scuola Primaria Alghieri	Via Orefici, 12	<5	<5	<20	<1
73732	09 apr	Scuola dell'Infanzia Pasquali	Via San Roccochino, 27	<5	<5	<20	<1
73733	09 apr	Scuola Primaria Colodi	Via Amba d'Oro, 81	<5	<5	<20	<1
73734	09 apr	Scuola dell'Infanzia Rebuffone	Via Amaranta, 1	<5	<5	<20	<1
73741	09 apr	Scuola Primaria Prandini	Via Palla, 11	<5	<5	<20	<1
73742	09 apr	Scuola dell'Infanzia Zammarchi	Vale Flave, 34	<5	<5	<20	<1
73747	09 apr	Scuola Primaria Ungaretti	Vale Flave, 34	<5	<5	<20	<1
73748	09 apr	Scuola Primaria Marconi	Via Sega, 3	6	6	<20	<1
73818	10 apr	Scuola dell'Infanzia Tonini	Via Marchetti, 25	5	5	83	2
73819	10 apr	Scuola Primaria Manzoni	Via dei Mille, 4/b	<5	<5	46	<1
73820	10 apr	Scuola dell'Infanzia Carboni	Via Tre Archi, 6	<5	<5	<20	<1
73821	10 apr	Scuola Primaria Calini	Via Nino Bixio, 9	<5	<5	32	1
73822	10 apr	Scuola Primaria Montale	Via. Violino - Via IX, 38	7	7	<20	<1
73823	10 apr	Scuola dell'Infanzia Mandolossa	Via del Santellone, 2	6	6	<20	<1
73824	10 apr	Scuola Primaria Don Milani	Via. Badia - Tr. IV, 12	<5	<5	<20	<1
73825	10 apr	Scuola dell'Infanzia San Giacomo	Via Arimanno, 25	<5	<5	<20	<1
73826	10 apr	Scuola Primaria Rodari	Via Albertano da Brescia, 57	<5	<5	<20	<1
73827	10 apr	Scuola dell'Infanzia Chizzolini	Via Livorno, 15	6	6	<20	<1
73828	10 apr	Scuola Primaria Deledda	Via Parenzo, 101	7	6	<20	<1
73829	10 apr	Scuola dell'Infanzia Colodi	Via Ercolani, 34	5	5	<20	<1
73830	10 apr	Scuola Primaria Sanzio	Via Raffaello, 210	<5	<5	<20	<1
73831	10 apr	Scuola dell'Infanzia Andersen	Via Cimabue, 36	<5	<5	<20	<1
73832	10 apr	Scuola Primaria Santa Maria Bambina	Via del Verrocchio, 330	<5	<5	<20	<1
73903	11 apr	Scuola Primaria Bertolotti	Via Verziano, 6	<5	<5	<20	<1
73904	11 apr	Scuola dell'Infanzia Fornaci	Via Verziano, 8	<5	<5	<20	<1
73905	11 apr	Scuola dell'Infanzia Gallo	Via Flero, 29	<5	<5	<20	<1
73906	11 apr	Scuola Primaria Marcolini	Via. Sereno - Via Settima, 38	<5	<5	57	<1
73915	11 apr	Scuola dell'Infanzia San Filippo Neri	Via. Sereno - Tr. XIV, 187	<5	<5	<20	<1
73916	11 apr	Scuola Primaria Canossi	Via Gheda, 18	<5	<5	<20	<1
73917	11 apr	Scuola dell'Infanzia Lamarmora	Via Omassi, 25	<5	<5	<20	<1
73918	11 apr	Scuola dell'Infanzia Don Bosco	Via Caleppe, 13	<5	<5	<20	<1
73919	11 apr	Scuola Primaria Ugolini	Via Repubblica Argentina, 122	<5	<5	<20	<1
73920	11 apr	Scuola dell'Infanzia Leonessa	Via della Palazzina, 27	<5	<5	91	<1
73921	11 apr	Scuola Primaria Finaldini	Via Quartiere Leonessa, 25	<5	<5	39	<1
73449	07 apr	Scuola dell'Infanzia Agazzi	Via Boccacci, 4	9	9	<20	<1

**Campagne di monitoraggio dell'acqua nelle scuole comunali di Brescia del 7 aprile 2014**

POT	Data	Scuola	Indirizzo	Cromo (µg/l)	Cr(VI) (µg/l)	Ferro (µg/l)	Piombo (µg/l)
73450	07 apr	Scuola Primaria Arici	Via Ambaraga, 91	9	9	<20	<1
73451	07 apr	Scuola dell'Infanzia Valotti	Piazza Santi Francesco e Chiara, 1	9	9	<20	<1
73452	07 apr	Scuola dell'Infanzia Berther	Via Gaggia, 14	9	9	51	<1
73453	07 apr	Scuola Primaria Quasimodo	Via Costalunga, 15	9	9	<20	<1
73454	07 apr	Scuola Primaria "28 Maggio"	Via Zadei, 76	10	10	53	<1
73455	07 apr	Scuola dell'Infanzia Trento	Via Pasquali, 1	5	5	<20	<1
73456	07 apr	Scuola dell'Infanzia Battisti	Via Trento, 35	6	6	22	<1
73457	07 apr	Scuola Elementare Battisti	Via Trento, 35	5	5	<20	<1
73458	07 apr	Scuola dell'Infanzia Paget	Via Tofane, 33	5	5	<20	<1
73489	07 apr	Scuola dell'Infanzia Sant'Eustachio	Via San Bartolomeo, 4	6	6	<20	<1
73491	07 apr	Scuola Primaria Corridoni	Via San Bartolomeo, 2	6	6	<20	<1
73492	07 apr	Scuola dell'Infanzia Ingranata Monterosso	Via Vespucci, 4	<5	<5	<20	<1
73493	07 apr	Scuola Primaria Melzi	Via Scuola, 39	<5	<5	<20	<1
73590	08 apr	Scuola Primaria Divisione Acqui	Via Passo Gavia, 7	<5	<5	<20	<1
73591	08 apr	Scuola dell'Infanzia Fiumicello	Via Panigada, 4	<5	<5	<20	<1
73592	08 apr	Scuola Primaria Volta	Via Panigada, 6	<5	<5	73	<1
73593	08 apr	Scuola Primaria Colombo/Torricella	Via Colombo, 30	<5	<5	46	<1
73594	08 apr	Scuola dell'Infanzia Pendolina	Via Drammis, 28	<5	<5	<20	<1
73595	08 apr	Scuola Primaria Tiboni	Via Interna, 22	<5	<5	<20	<1
73596	08 apr	Scuola Primaria Mameli	Via della Chiesa, 73	6	6	<20	<1
73598	08 apr	Scuola dell'Infanzia Abba	Via Prima, 18	6	6	<20	<1
73599	08 apr	Scuola Primaria Don Vender	Via Longure, 2	6	6	<20	<1
73603	08 apr	Scuola dell'Infanzia Tadini	Via Gadola, 14	6	6	<20	<1
73604	08 apr	Scuola Primaria Casazza	Via Gadola, 18	6	6	<20	<1
73605	08 apr	Scuola Primaria Sauro	Via del Brolo, 6	10	10	<20	<1
73607	08 apr	Scuola dell'Infanzia Passo Gavia	Via Passo Gavia, 7	<5	<5	23	<1
73673	08 apr	Scuola Primaria Crispi	Via Lamberti 2/a	<5	<5	<20	<1
73674	08 apr	Scuola dell'Infanzia Bettinzoli	Via Toscana, 6	<5	<5	<20	<1
73589	08 apr	Scuola dell'Infanzia Disney	Via Colle di Tenda, 8	10	10	<20	<1
73723	09 apr	Scuola dell'Infanzia Agosti	Via Raffaello, 202	<5	<5	22	<1
73724	09 apr	Scuola dell'Infanzia San Polo 1	Via Sabbioneta, 12	<5	<5	<20	<1
73725	09 apr	Scuola Primaria Calvino	Via Violante, 18	<5	<5	<20	<1
73726	09 apr	Scuola Primaria Giovanni XXII	Via Sabbioneta, 16	<5	<5	<20	<1
73727	09 apr	Scuola dell'Infanzia Bonomelli	Via Traversa IV, 11	<5	<5	<20	<1
73728	09 apr	Scuola Primaria Bellini	Via Buffalora, 43/a	<5	<5	<20	<1
73729	09 apr	Scuola dell'Infanzia Caionico	Via Sant'Orsola, 130	10	10	<20	<1

PARAMETRO	VALORE DI PARAMETRO
Escherichia coli	0/100 ml
Escherichia coli	0/250 ml per acque in bottiglia
Enterococchi	0/100 ml
Enterococchi	0/250 ml per acque in bottiglia
Pseudomonas aeruginosa	0/250 ml per acque in bottiglia
Conteggio delle colonie a 22°C	100/ml per acque in bottiglia
Conteggio delle colonie a 37°C	20/ml per acque in bottiglia

## Allegati

**D.Lgs. 31/2001**  
**Allegato I: valori limite**

PARAMETRO	VALORE DI PARAMETRO/ UNITÀ DI MISURA
Acilammide	0,10 µg/L
Antimonio	5,0 µg/L
Arsenico	10 µg/L
Benzene	1,0 µg/L
Benzo(a)pirene	0,010 µg/L
Boro	1,0 µg/L
Bromato	10 µg/L
Cadmio	5,0 µg/L
Cromo	50 µg/L
Rame	1,0 mg/L

Segue pagina affianco

PARAMETRO	VALORE DI PARAMETRO/ UNITÀ DI MISURA
Cianuro	50 µg/L
1,2-dicloroetano	3,0 µg/L
Epicloridrina	0,10 µg/L
Fluoruro	1,50 mg/L
Piombo	10 µg/L
Mercurio	1,0 µg/L
Nichel	20 µg/L
Nitrato (come NO <sub>3</sub> )	50 mg/L
Nitrito (NO <sub>2</sub> )	0,50 mg/L
Antiparassitari	0,10 µg/L
Antiparassitari totale	0,50 µg/L
Idrocarburi Policiclici Aromatici	0,10 µg/L
Selenio	10 µg/L
Tetracloroetilene - Tricloroetilene	10 µg/L
Triometani tot.	30 µg/L
Cloruro di vinile	0,5 µg/L
Clorito	700 µg/L
Vanadio	50 µg/L

PARAMETRO	VALORE DI PARAMETRO/ UNITÀ DI MISURA
Alluminio	200 µg/L
Ammonio	0,50 mg/L
Cloruro	250 mg/L
Clostridium perfringens (spore comprese)	0/100ml
Colore	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale
Conduttività	2500 µScm-1 a 20°C
Concentrazione ioni idrogeno	6,5 - 9,5 Unità pH
Ferro	200 Unità pH
Manganese	50 µg/L
Odore	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale
Ossidabilità	5,0 mg/L O <sub>2</sub>
Solfato	250 mg/L
Sodio	200 mg/L
Sapore	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale
Conteggio delle colonie a 22°C	Senza variazioni anomale
Batteri coliformi a 37°C	0/100 ml
Carbonio organico totale (TOC)	Senza variazioni anomale
Torbidità	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale
Durezza	Valori consigliati: 15 - 50° F
Residuo secco a 180°C	Valore massimo consigliato: 1500 mg/L
Disinfettante residuo	Valore consigliato: 0,2 mg/L (se impiegato)

PARAMETRO	VALORE DI PARAMETRO
Trizio	100 Becquere/l
Dose totale indicativa	0,10 mSv/anno

**Figura 18**

La Fonte di Mompiano, ubicata nella zona Nord di Brescia, fornisce alla città acqua di buona qualità fin dall'epoca della Brixia romana.



## FAQ glossario e simbologia

60

**Cromo:** elemento metallico espresso in questo documento come Cr

**Cromo III:** cromo trivalente (espresso in questo documento come Cr(III))

**Cromo VI:** cromo esavalente (espresso in questo documento come Cr(VI))

**Cromo totale:** somma di tutte le specie di cromo.

La concentrazione di cromo nelle acque può essere espressa in  $\mu\text{g/l}$  (microgrammi/litro) o  $\text{mg/l}$  (milligrammi/litro), dove:

$\text{mg} = \text{g}/1000$

$\mu\text{g/l} = \text{g}/1.000.000$

**Bonifica:** la bonifica di un sito inquinato è finalizzata ad eliminare l'inquinamento delle matrici ambientali o a ricondurre le concentrazioni delle sostanze inquinanti in suolo, sottosuolo, acque sotterranee e superficiali, entro i valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC) stabiliti per la destinazione d'uso prevista o ai valori di concentrazione soglia di rischio (CSR) definiti in base ad una metodologia di Analisi di Rischio (come definita nel decreto 152/2006).

### Generalità sul cromo

Il cromo è un elemento metallico; in particolare l'elemento chimico di numero atomico 24, e dunque appartenente ai metalli di transizione. Il suo simbolo è Cr. Il nome deriva dal greco (chroma = colore) ed è dovuto al fatto che il Cr presenta nei suoi composti molte colorazioni. Il Cr non esiste in natura allo stato puro ma in composti, in cui è presente in differenti specie chimiche stabili quali, in particolare, la forma bivalente, indicata col simbolo Cr(II), quella trivalente, indicata col simbolo Cr(III), e quella esavalente, indicata col simbolo Cr(VI). Cr(II), Cr(III) e Cr(VI) corrispondono agli stati di ossidazione più comuni del Cr (che si indicano anche coi numeri +2, +3 e +6, oppure coi simboli Cr<sup>2+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, Cr<sup>6+</sup>). Il Cr(III) è la specie più stabile e meno solubile in acqua mentre il Cr(VI) presenta elevata solubilità in acqua. I composti del Cr(VI) sono potenti ossidanti, e quindi fortemente aggressivi nei confronti dei sistemi biologici.

Il Cr puro – che si ottiene per estrazione dai suoi composti minerali, principalmente la cromite (FeO-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) – si presenta come un metallo duro, lucido, di colore grigio acciaio; può essere facilmente lucidato, fonde con difficoltà ed è molto resistente alla corrosione.

Nel territorio bresciano il Cr è impiegato principalmente nel settore metallurgico e nei trattamenti di finitura superficiale dei metalli per le seguenti specifiche applicazioni: come costituente per leghe resistenti al calore (grazie alla funzione protettiva dell'ossido Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), nelle leghe per resistenze elettriche al Ni-Cr (80% Ni - 20% Cr) o Fe-Ni-Cr (con tenori massimi del 30%), nell'acciaio inox, nella cromatura, nell'alluminio anodizzato.

### II

#### Che relazione esiste solitamente tra Cr totale e Cr(VI)

### Cromo nelle acque

Il "Cr totale" è definito come la somma delle varie specie di Cr presenti in un cam-

61



pione di acqua. La quantità delle varie specie di Cr, ed in particolare di Cr(III) e Cr(VI), dipende e varia secondo il prevalere dei meccanismi di ossidazione o di riduzione. I meccanismi di ossidazione promuovono la trasformazione di Cr(III) in Cr(VI); viceversa i meccanismi di riduzione promuovono la trasformazione di Cr(VI) in Cr(III). La prevalenza di uno di questi meccanismi e di conseguenza la quantità di una specie rispetto all'altra varia a seconda che si tratti di aria, suolo, acqua e alimenti.

La concentrazione media di Cr naturale nelle acque varia da 0,04 a 0,5 µg/l nelle acque di mare, da 0,02 a 0,5 µg/l nelle acque di superficie ed è generalmente molto bassa (< 1 µg/l) nelle acque di falda (WHO, 2003). 1 In genere, in condizioni naturali non si raggiungono significative concentrazioni di Cr(VI) essendo la forma trivalente (Cr(III)) quella maggiormente associata alle rocce.

La presenza di Cr(VI) nelle acque naturali è generalmente associata a fonti di contaminazione industriale che possono portare a concentrazioni rilevanti, soprattutto nelle acque di falda, fino a 700 µg/l (WRF, 2012). 2

Nell'acqua fornita dagli acquedotti l'impiego di cloro per garantire l'abbattimento dei possibili inquinanti microbiologici crea un ambiente fortemente e rapidamente ossidante. Di conseguenza si assume che il Cr totale presente nell'acqua degli acquedotti sia tutto costituito dalla specie Cr(VI). Infatti, nell'acqua degli acquedotti la concentrazione di Cr totale è normalmente uguale o di poco superiore alla concentrazione di Cr(VI).

Il Cr(III), la specie trivalente, è considerata un nutriente essenziale per l'uomo e, come il Cr(II), la specie bivalente, è associata ad una tossicità ridotta. Invece il Cr(VI), la specie esavalente, diffuso nei composti di origine industriale, è caratterizzato da elevata tossicità e cancerogenicità. Gli studi scientifici attualmente pubblicati indicano l'apparato respiratorio come principale organo bersaglio del Cr(VI).

L'esposizione acuta e cronica al Cr(VI), generalmente di tipo professionale ed associata ad inalazione durante le fasi di lavorazione del Cr, è riconosciuta come possibile causa di tumore al polmone. L'esposizione per ingestione a Cr(VI) è associata ad un minor grado di rischio in considerazione dell'effetto riducente che caratterizza il tratto gastro-intestinale, che è in grado di trasformare (tecnicamente ridurre) il Cr(VI) in Cr(III).

Il Cr(VI) è più solubile in acqua e quindi più facilmente assorbito. La via digerente del corpo umano rappresenta la via fisiologica di assorbimento del Cr come elemento essenziale. L'entità dell'assorbimento dipende da numerose variabili quali lo stato di ossidazione, l'idrosolubilità, l'acidità gastrica, il tempo di transito gastroduodenale. L'entità di assorbimento varia dallo 0,1% al 4,5% ed è maggiore per i composti di Cr(VI). Occorre rilevare che, nelle quantità presenti nella normale dieta, lo stomaco riduce il Cr(VI) a Cr(III) e ciò si traduce in una scarsa biodisponibilità del Cr(VI) nell'intestino. Tuttavia non si può escludere che anche a bassi livelli di esposizione, una piccola percentuale possa eludere la riduzione a

Cr(III). Il Cr(VI) è facilmente assorbito dalle cellule e la sua riduzione intracellulare a Cr(III) determina i potenziali effetti tossici e/o cancerogeni.

## IV Quali sono i limiti di legge per l'acqua potabile in Italia, in Europa, nel mondo per il cromo?

A livello nazionale, al fine di proteggere la salute, i requisiti di idoneità di un'acqua per il consumo umano, incluso l'utilizzo potabile ed altri impieghi domestici, sono stabiliti dal D. Lgs. 31/2001 e s.m.i., recepimento della Dir. 98/83/CE, in base al quale l'acqua, nei punti in cui è attinta per il consumo, deve essere conforme ad una serie di parametri chimici indicati nell'allegato I dello stesso Decreto. I parametri ed i valori di riferimento della dir 98/83/CE, così come il recepimento nazionale di questi, sono basati sulle conoscenze scientifiche disponibili, al fine di garantire che le acque possano essere utilizzate e consumate in condizioni di sicurezza nell'intero arco della vita. I valori di riferimento individuati sono fondati sugli orientamenti stabiliti dall'organizzazione Mondiale della Sanità (WHO) attraverso i valori guida contenuti nel WHO Guidelines for drinking-water quality (2011).

Per la valutazione della qualità delle acque potabili è stato stabilito un valore guida per il cromo totale, ottenuto come somma del Cr(III) e del Cr(VI), pari a 50 µg/l (ovvero 0,050 mg/l).

Negli Stati Uniti vige un MCL (Maximum Contaminant Level) per il cromo totale pari a 100 µg/l, mentre per la California è pari a 50 µg/l.

### Esistono limiti specifici del Cr(VI) per le acque potabili?

A livello nazionale, al fine di proteggere la salute, per la valutazione della qualità delle acque potabili è stato stabilito un valore guida per il cromo totale, ottenuto come somma del Cr(III) e del Cr(VI), pari a 50 µg/l, valore riportato nelle linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità e nella Direttiva Europea 98/83/CE e recepito nel D.Lgs. 31/2001 e s.m.i.. Non esiste quindi un limite specifico per il Cr(VI) in quanto ricompreso nel valore del cromo totale.

Dal 1 luglio 2014 nel solo stato della California (USA), vige un MCL (Maximum Contaminant Level) per il Cr(VI) pari a 10 µg/l.

### Esistono limiti del Cr(VI) per le acque sotterranee?

A livello nazionale, le misure ambientali di protezione delle risorse idriche dalla contaminazione chimica sono contenute nel Decreto Legislativo 152/2006.

Il decreto definisce gli elementi necessari per la redazione dell'analisi di rischio sanitario ambientale da utilizzarsi per la definizione degli obiettivi di bonifica. L'articolato normativo fa riferimento a due criteri-soglia di intervento: il primo (CSC) da considerarsi valore di attenzione, superato il quale occorre avviare una caratterizzazione, ed il secondo (CSR) che identifica i livelli di contaminazione residua accettabili, calcolati mediante analisi di rischio, sui quali impostare gli interventi di messa in sicurezza e/o di bonifica.

Ai sensi di tale norma, nei corpi idrici sotterranei sono previsti i seguenti valori soglia (CSC): per Cr(VI) 5 µg/l e cromo totale 50 µg/l.

## III

### Quali sono gli effetti del cromo sulla salute?



Detti limiti, se superati, determinano una situazione di inquinamento della falda ed il soggetto che ha determinato l'inquinamento deve avviare le procedure di bonifica.

### **Esistono limiti per le acque in bottiglia per il cromo?**

Il limite che vige in Europa per le acque minerali è di 50 µg/l ai sensi della direttiva 2003/40/EC (per il cromo totale).

### **Quali sono le difficoltà di eseguire le analisi del Cr(VI)? Tutte le analisi sono attendibili?**

L'analisi del Cr nell'acqua è caratterizzata da una intrinseca difficoltà e variabilità che deve essere conosciuta in modo da poterne correttamente interpretare il significato e evitare di affidarsi ad entità non adeguatamente qualificate, patendone così non solo un danno economico, ma traendone anche infondate conclusioni.

L'analisi si compone di diverse fasi che devono essere tutte conosciute per l'influenza che possono esercitare sul risultato finale

■ Prelievo e conservazione del campione di acqua da esaminare.

Le modalità di prelievo devono essere rigorosamente standardizzate e finalizzate a far sì che all'analisi arrivino campioni di acqua rappresentativi e non alterati da scorrette modalità di prelievo e conservazione. Il prelievo dovrebbe essere affidato a personale qualificato, con l'utilizzo di adeguati contenitori per raccolta, conservazione e trasporto (ad esempio che non cedano o adsorbano elementi metallici) in adeguata quantità ed eventuale frazionamento per controllo. Il contenitore deve essere ermeticamente chiuso, devono essere definiti e standardizzati i tempi e le modalità di invio al laboratorio per evitare fenomeni chimico-fisico-microbiologici in grado di alterarne la composizione in elementi metallici (tempo massimo di conservazione, temperatura di sistemi di trasporto-conservazione, esposizione radiazioni UV ect)

■ Fasi preanalitiche e di preparazione del campione.

Il laboratorio deve garantire attraverso procedure verificabili che il campione conferito non subisca alterazioni significative prima dell'analisi (ad esempio contaminazione o perdita del metallo)

■ Misura dell'elemento metallico e sue specie

Esistono diverse metodi di analisi (ETA- AAS, ICP Ottico, ICP MS) che devono essere conosciuti, compresi quelli per il dosaggio delle eventuali specie di interesse come il cromo esavalente (metodo UV, cromatografia ionica, ifenato HPLC ICPMS). I metodi hanno diversa complessità e costi. In ogni caso devono essere noti specie se poi si deve procedere al confronto di dati prodotti in tempi diversi da diversi laboratorio. Così come deve essere nota la qualificazione del laboratorio che effettua le analisi ( possesso e tipo di accreditamento o certificazione di qualità). Le caratteristiche analitiche su cui maggiormente va posta l'attenzione sono

■ sensibilità (più bassa quantità di metallo che si riesce a misurare) si assume

che essa deve essere almeno 10 volte inferiore ai valori guida che si utilizzano poi per interpretare il dato

■ specificità (capacità di eliminare interferenze e misurare solo il metallo che interessa)

■ accuratezza (capacità di avvicinarsi il più possibile al valore "vero" del metallo ad esempio usando materiali a concentrazione certificata

■ variabilità analitica.

Per variabilità analitica si assume il coefficiente di variazione che si ha esaminando più volte ad esempio il campione a concentrazione certificata. Si assume che sia accettabile una variazione dell'ordine del 5-10%.

### **Bibliografia citata**

1. WHO (2003): Chromium in Drinking-water, Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality, WHO/SDE/WSH/03.04/04 ([http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/chromium.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/chromium.pdf))
2. (WRF, 2012): State of the Science of Hexavalent Chromium in Drinking Water, Updated May 2012 ([http://www.waterrf.org/resources/lists/publicprojectpapers/attachments/2/4404\\_projectpaper.pdf](http://www.waterrf.org/resources/lists/publicprojectpapers/attachments/2/4404_projectpaper.pdf))

## **V**

### **Analisi**

Stampato su carta certificata FSC®. Prodotti contenenti legno proveniente da foreste gestite in maniera corretta e responsabile secondo rigorosi standard ambientali, sociali ed economici. Carta sbiancata senza cloro elementare (ECF).

Brescia, Dicembre 2015

Con il contributo di:



**Settore Sostenibilità Ambientale e Scienze Naturali del comune di Brescia**

Brescia. Via Marconi, 12

**Osservatorio Acqua Bene Comune di Brescia**

Tel 030 2978754 Fax 030 3385397

Email: [sostenibilitaambientale@comune.brescia.it](mailto:sostenibilitaambientale@comune.brescia.it)

[www.comune.brescia.it/servizi/ambienteeverde/Ambiente/Pagine/Osservatorio-Acqua-Bene-Comune.aspx](http://www.comune.brescia.it/servizi/ambienteeverde/Ambiente/Pagine/Osservatorio-Acqua-Bene-Comune.aspx)

