

FRANCESCO MANTELLI¹,
GIORGIO TEMPORELLI²

¹ Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana, ARPAT -
Dipartimento provinciale
di Firenze

² Fondazione AMGA, Genova

Cultura e conoscenza delle acque potabili nella storia.

Evoluzione legislativa in Italia

INTRODUZIONE

In un precedente lavoro [1] si sono sviluppati due filoni del vasto tema dell'acqua nella storia: la gestione della risorsa idrica (dall'approvvigionamento alla distribuzione) e l'evoluzione del significato di potabilità nel corso dei secoli. Fra queste due tematiche, in questa comunicazione si vuole evidenziare quella relativa allo sviluppo normativo dalla fine dell'800 che, soprattutto negli ultimi decenni, ha condotto il nostro Paese (ma anche molte nazioni) a disporre di acqua potabile con criteri di sicurezza mai raggiunti in precedenza.

È solo nel corso del '900, e soprattutto al suo termine, che molte nazioni hanno potuto dotarsi di strumenti legislativi di tutela veramente efficaci. In tutta la storia precedente, per individuare e utilizzare un'acqua buona da bere e per altri scopi igienici, l'umanità ha dovuto trovare metodi sempre basati sull'empirismo, efficaci in certi casi, insufficienti in molti altri. Basti pensare alle grandi epidemie del Medioevo, periodo durante il quale non era sempre evidente che l'acqua costituiva il veicolo principale della trasmissione di molte malattie.

Mentre l'umanità nel passato, anche lontano, aveva sviluppato una cultura delle acque molto elevata (si pensi alle grandi opere per l'estrazione, il trasporto e l'utiliz-

zo presso ogni civiltà), fino a quando non sono state disponibili le attuali acquisizioni della chimica e della microbiologia, la conoscenza dell'acqua nel suo significato igienico-sanitario è rimasta assolutamente insufficiente presso ogni popolo.

POTABILITÀ DELLE ACQUE NELL'ANTICHITÀ

Si può ritenere che nell'antichità, e comunque fino a tempi recenti, i concetti dominanti che definivano un'acqua potabile erano i seguenti:

1. l'acqua doveva essere limpida, inodore ed incolore, di sapore gradevole. Per rendere l'acqua limpida, gli antichi (e comunque ancora oggi gli abitanti di molte aree della terra) effettuavano operazioni di filtrazione ed altri interventi; l'ebollizione ai fini di renderla potabile costituisce una pratica antichissima;
2. le acque maleodoranti erano considerate contaminate: l'associazione *acqua sporca* - *acqua non utilizzabile* per uso potabile e per altri impieghi domestici è sempre stata evidente in ogni età dell'uomo. Fino da tempi molto antichi, le varie opere di raccolta, trasferimento e deposito di acqua prevedevano accorgimenti per evitare il contatto con acque di scarico e deiezioni umane ed animali [2]; purtroppo-

po ancora oggi, dopo millenni di storia evolutiva dell'uomo, in molte situazioni di degrado l'utilizzo di acque anche visibilmente sporche, in assenza di risorse alternative, costituisce una realtà;

3. fino dall'antichità era noto che i metalli a contatto con l'acqua potevano indurre contaminazione. Vitruvio e altri studiosi antichi denunciarono i rischi dell'impiego del piombo per i rivestimenti delle cisterne o per la costruzione dei tubi¹. Alcune acque, per loro natura incrostanti, capaci cioè di depositare carbonato di calcio lungo le tubazioni, riducevano in modo significativo il rischio indotto dalla cessione di piombo. Anche le acque che avevano relazioni con miniere ed escavazione di metalli erano spesso ritenute contaminate. Solo all'oro e all'argento erano attribuite proprietà benefiche nel rapporto con l'acqua;
4. la presenza di alghe, spesso evidenziata dal colore prevalentemente verde² che assume l'acqua, indica una contaminazione; quindi la necessità di conservare l'acqua in cisterne al riparo dalla luce e dal calore.

Pur non avendo a disposizione conoscenze scientifiche in materia di microbiologia, i romani prestavano una particolare attenzione alla qualità dell'acqua utilizzata per uso civile.

L'acqua veniva scelta in conseguenza di molti fattori come la posizione delle sue sorgenti, la sua limpidezza, il suo sapore e la sua temperatura. Le acque, non

potendo essere studiate sulla base delle conoscenze oggi disponibili, venivano valutate effettuando una serie di considerazioni, tra le quali le condizioni generali di salute della popolazione che viveva in prossimità delle sorgenti. Quando era utilizzata una nuova captazione, l'acqua non veniva impiegata subito: alcuni campioni venivano prelevati e conservati in contenitori di bronzo, quindi esaminati in modo da determinarne alcune importanti caratteristiche come il cambio nel tempo dei parametri organolettici, il grado di corrosività e la presenza di materiale in sospensione. Anche nella destinazione finale si teneva conto del fattore qualitativo. Mentre le acque sorgive di migliore qualità (come l'acqua Claudia) erano destinate alle fontane ed alle ville imperiali, quelle di qualità ritenuta inferiore, ed in particolare quelle derivate da corpi idrici superficiali, avevano diversa destinazione (usi artigianali, naumachie, ecc.).

Durante il lungo percorso umano, acquisita l'idea che l'acqua poteva essere causa e veicolo di trasmissione di gravi malattie, studiosi di ogni epoca si sono confrontati sui criteri per ritenere un'acqua idonea all'uso umano.

Palladio, V secolo d.C., in *De re rustica* riporta: «*Aquae salubritas sic agnoscitur: primum ne a lacunis ne a palude ducatur, ne de metallis originem sumat*»³. Con questa affermazione Palladio individua già importanti criteri di valutazione: le acque stagnanti non sono mai salubri, quelle che sono venute in contatto con metalli sono contaminate.

¹ «...Inoltre l'acqua che esce da questi tubi è molto più salubre di quella che attraversa i tubi di piombo, in quanto quest'ultima sembra che sia malsana per il fatto che dal piombo ha origine la biacca, la quale si dice sia nociva al corpo umano, così se un suo derivato è dannoso, non c'è dubbio che anche il piombo sia esso stesso insalubre. D'altronde possiamo ricavare una testimonianza di ciò dagli artigiani che lavorano il piombo poiché il loro colorito è ricoperto dal pallore. Infatti il piombo quando si liquefa nella fusione, il vapore che si sprigiona da esso penetra nelle membra e giorno dopo giorno brucia e porta via loro l'energia del sangue». (Vitruvio, *De Architectura*, libro ottavo, p. 1.145).

² Nelle acque superficiali possono essere presenti anche alghe di altri colori, tra cui quelle colorate in rosso. È nota la produzione di sostanze tossiche da parte di differenti specie di alghe (cianotossine, saxitossine, anatoxine e altre).

³ «La salubrità dell'acqua la possiamo riconoscere in tal modo: principalmente che essa non venga da acque stagnanti, né che derivi da contatto con i metalli...».

Anche Galeno (130 - 200 d.C.), nel suo Trattato sulle malattie comuni (o del popolo), Libro VI, riporta alcuni criteri sulla salubrità delle acque. Si legge fra l'altro: «Non va proprio usata l'acqua che cade durante una tempesta furiosa, con tuoni e fulmini e da nubi oscuri formati rapidamente. Non va bene nemmeno quella che proviene dalle cisterne che raccolgono l'acqua piovana, a causa della sua eterogeneità; difatti vi si radunano le acque che cadono in tutte le stagioni, quelle che provengono dallo scioglimento delle nevi nei tetti, della grandine, poiché, si putrefanno rapidamente». Galeno scrisse addirittura un piccolo trattato intitolato La bontà dell'acqua, dedicato appunto alla valutazione delle caratteristiche salutari (o insalubri) delle acque, a seconda della loro origine. Secondo Galeno, ad esempio, l'acqua «che scola dalla neve e dal ghiaccio, impedisce la digestione, fa trattenere la diuresi, nuoce al petto e ai polmoni e allo stomaco e causa spasmi, dolori alle vie respiratorie e grande flatulenza. E questo accade poiché quando essa si congelò, si dissolse da essa ogni parte sottile». Inoltre: «Quella dei pozzi è la più pesante e si digerisce male, né si può dire che sia del tutto priva di elementi di putrefazione; quantunque è tanto più salubre, tanto con maggiore frequenza la si estrae, oppure quando, grazie alla grande profondità di certi pozzi, ad essi sia collegata una sorgente sotterranea. Quella dei laghi e delle paludi non è da usare, se non bollita oppure accuratamente filtrata. Quella dei fiumi è buona o cattiva, a seconda della qualità delle acque che vi scorrono e delle cose putride che vi si gettano, come succede ai fiumi che attraversano le grandi città».

Nel Medioevo la cultura medica si basa sul pensiero galenico secondo il quale i prodotti naturali sono classificati sulla base di quattro principi: caldo, freddo, umido e secco. Mentre al vino si riconosce la proprietà di favorire la digestione (elemento "caldo"), l'acqua, elemento "freddo", ostacola tale processo perché raffredda lo stomaco [3].

Con la scomparsa o l'abbandono dei grandi acquedotti romani, il Medioevo

rappresenta il periodo in cui l'acqua sicura di uso potabile diviene un bene raro e il suo consumo è considerato un rischio. Si continua impropriamente a valorizzare l'acqua piovana (*Est pluvialis aqua super omnes sana*), anche per mancanza di alternative in alcune situazioni, come nei castelli o nei paesi arroccati su alte colline. Ancora oggi in antiche città e cittadine italiane sono funzionanti cisterne sotterranee che raccolgono acqua captata attraverso i tetti.

Per secoli si mantiene una diffusa avversione all'acqua, ritenuta fonte di malattie, pur non conoscendo i meccanismi di trasmissione. Sebbene fino dai primi percorsi evoluti dell'umanità si siano effettuati trattamenti per renderla potabile e da molti secoli siano state edificate captazioni adeguate, fino a che non vengono sviluppate le moderne conoscenze scientifiche di biologia e chimica, non c'è la possibilità di comprendere cosa sia realmente l'acqua potabile.

I secoli passati furono pertanto caratterizzati dal periodico diffondersi di contagi in grado di impartire sofferenze e di provocare numerosi casi di morte tra la popolazione. Le scarse condizioni igieniche e l'inesistenza dei vaccini favorirono sia la diffusione delle malattie da contagio che il loro persistere negli anni, non essendoci a disposizione alcun mezzo efficace per debellarle.

Particolarmente legate all'uso di acque contaminate furono le epidemie di tifo e di colera. Le acque non sufficientemente protette sono state sicuramente in passato le principali cause delle epidemie di tifo che hanno continuato a registrarsi, in varie città d'Europa, fino dal XIX secolo. Ricordiamo, ad esempio, l'epidemia di tifo scoppiata nel 1891 a Firenze, originatasi dalla contaminazione dell'acqua proveniente dalla zona di Montegreggi, che aveva provocato il decesso di 187 persone su 1251 colpite dall'infezione [4]. Anche per quanto riguarda il colera esistono moltissimi casi di epidemie aventi origine idrica (figura 1).

Figura 1 - Su una lastra in marmo è inciso il ricordo dell'epidemia di colera del 1855 nella città di San Miniato (Pisa)



Il colera è una malattia millenaria, ma è nel Medioevo che essa trova maggior sviluppo a causa dei modestissimi livelli igienici della popolazione e della scarsa disponibilità di acqua potabile. Numerosi casi di diffusione di questa epidemia, capace di causare in pochi anni migliaia di morti, si registrano tuttavia sino alla fine del XIX secolo in molte città d'Europa, come ad esempio ad Amburgo (1892), dove in pochi mesi si contarono oltre 9.000 vittime [5]. Amburgo era la sola grande città tedesca che si approvvigionava con l'acqua superficiale del fiume Elba senza sottoporla ad alcun procedimento di purificazione e, non a caso, fu la sola città in Germania ad essere gravemente colpita dal colera. Una volta avvenuta la contaminazione delle acque, o per sversamento diretto di deiezioni contaminate o per lo sbocco diretto delle fogne, la mancanza di un benché minimo sistema di depurazione aveva favorito la rapida estensione della contaminazione sino al punto di prelievo delle acque.

Nel XVI secolo lo studioso veronese Gerolamo Fracastoro, nel suo *De contagione et contagiosis morbis*, del 1546, ipotizzò l'esistenza di microrganismi in grado di causare, sia per contatto diretto che indiretto, le malattie. Ma la scienza necessiterà ancora di molto tempo e bisognerà attendere sino alla fine del XIX secolo per dimostrare l'esistenza di microscopici agenti patogeni in grado di moltiplicarsi e generare infezioni.

È del 1750 la scoperta di Margraf di tracce di sostanze organiche nelle acque meteoriche, mentre Liebig, nel 1826, vi troverà l'ammoniaca. Fu tuttavia con i lavori di Pasteur sui microrganismi, realizzati verso la metà del XIX secolo, che furono gettate le basi per la moderna microbiologia.

Nel 1874 viene isolato il bacillo della lebbra (Hansen), mentre solo nel 1876 l'ingegnere Pierre Mille formulò l'ipotesi dell'opportunità di purificare gli scarichi prima che questi finiscano nei laghi, nei torrenti e in mare per evitare il diffondersi delle malattie e per disporre di acqua da bere non contaminata.

Nel campo della microbiologia altre scoperte si succedettero (nel 1880 Eberth identifica la causa del tifo, nel 1883 Koch individua il vibrione del colera e nel 1894 Yersin isola il bacillo della peste) e si prese precisa coscienza delle modalità di sviluppo delle malattie contagiose. In particolare si comprese l'esistenza di una correlazione tra il livello igienico dell'acqua che si beveva ed il livello di salute della popolazione, e di conseguenza si fece sempre più forte l'esigenza di avere a domicilio acqua abbondante e di buona qualità.

GLI ATTI LEGISLATIVI DI FINE '800

Nella metà del 1800 le città europee, caratterizzate da un notevole incremento demografico, soffrono soprattutto per inquinamento da deiezioni umane gettate sul suolo e nelle acque, quelle stesse acque poi utilizzate per bere.

In Italia Depretis, ministro dell'Interno, nel 1885 effettua un'inchiesta sull'approvvigionamento idrico nel nostro Paese in seguito alla grave epidemia di colera del 1884 - 85, ponendo particolare attenzione sulla distribuzione delle acque potabili e sul sistema fognario, nel loro insieme ritenuti responsabili della diffusione delle malattie infettive. Da quella inchiesta emerge che solo la

metà dei comuni italiani era dotata di condutture per la distribuzione dell'acqua potabile e oltre il 77% era sprovvisto di fognature; gli stessi acquedotti non sempre erano in grado di distribuire acqua con sicuri requisiti di potabilità. In quel lavoro i dati di qualità delle acque di ogni provincia italiana erano riportati su tre colonne suddivise in: 1) acque buone; 2) acque mediocri; 3) acque cattive. In quell'inchiesta non sono riportati i criteri di valutazione delle acque, ma certamente questi si basavano sulle conoscenze del tempo, soprattutto sulla batteriologia delle acque, ormai abbastanza sviluppata. I risultati dell'inchiesta, pubblicati nell'anno successivo, anche se davano un giudizio qualitativo e quantitativo della qualità delle acque alquanto generico, fornirono un'idea delle gravi deficienze del servizio pubblico degli acquedotti e sollecitarono l'emanazione della Legge 14 luglio 1887. Con questa legge si prevedevano finanziamenti ai comuni per l'approvvigionamento di acqua potabile e di altre opere igieniche.

Poco dopo fu emanata la legge sanitaria Crispi – Pagliani, del 1888, in cui si faceva obbligo ai comuni di dotarsi di acqua «*potabile riconosciuta pura e di buona qualità*» (articolo 44) [6].

Nel 1896 esce *Istruzioni ministeriali 20 giugno 1896 - Compilazione dei regolamenti locali sull'igiene del suolo e dell'abitato*. Questo documento, insieme ad una estesa parte che riguarda l'igiene del suolo e dell'abitato, contiene avanzati criteri per preservare dall'inquinamento le acque superficiali ed una serie di indicazioni sulla gestione delle acque potabili. Dovranno trascorrere 80 anni prima dell'emanazione di una legge (Legge 10 maggio 1976, n. 319, *Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento*) che sia in grado di incidere e contrastare il degrado in cui molte acque superficiali del nostro Paese si troveranno a metà del '900. L'inquinamento delle acque superficiali (e anche di quelle marino - costiere) inizia, infatti, nel nostro Paese dagli anni '50

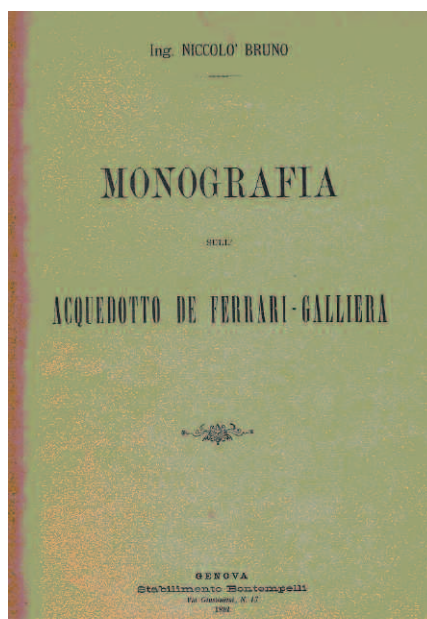
con lo sviluppo economico che consente alla popolazione una disponibilità idrica notevolmente superiore a quella degli anni precedenti. È in quegli anni che inizia, in particolare, il forte sviluppo industriale che necessiterà di quantità sempre maggiore di acqua; anche i cambiamenti profondi in agricoltura (abbandono delle campagne, orientamento verso monoculture e allevamenti intensivi di animali) contribuiscono fortemente al degrado delle acque a causa dell'utilizzo di quantità progressivamente crescenti di fertilizzanti e di antiparassitari. Questi cambiamenti hanno come conseguenza il vistoso inquinamento delle acque usate, riversate attraverso fognature senza depurazione direttamente nei corpi idrici superficiali. L'attività agricola inizia ad influire pesantemente anche sulla qualità delle acque sotterranee per contaminazioni da nitrati e antiparassitari.

Pertanto, il sistema delle acque fino alla metà del '900 è da inquadrarsi nell'ambito di un Paese con economia prevalentemente agricola e con un'esigua produzione di acque reflue, spesso confinate nei "pozzi neri", a loro volta poi smaltiti nel suolo (attività prevalente nelle campagne, ma anche in molte città): un quadro ambientale, così diverso da quello che si sarebbe originato successivamente, poteva essere sufficientemente gestito dalle Istruzioni ministeriali 20 giugno 1896.

CRITERI DI SALUBRITÀ DELLE ACQUE POTABILI A FINE '800 ED INIZIO '900

A fine '800 l'ingegneria delle acque in Italia è in fase avanzata. Ad esempio, a Genova, sono i progetti e le successive opere realizzate dagli ingegneri Grillo ed i fratelli Bruno a cambiare, in maniera determinante, il corso degli eventi della città che si vedrà rifornita non solo di una quantità di acqua notevolmente superiore a prima, ma anche di energia elettrica generata dalle prime centrali idroelettri-

Figura 2 – Prima pagina dell'opera dell'ingegnere Niccolò Bruno sul nuovo acquedotto di Genova (1892)



che rese operative nella zona di Gallaneto. Un testo di quegli anni (figura 2) spiega, con dovizia di particolari, oltre alla realizzazione dell'acquedotto De Ferrari-Galliera, le ragioni dell'opera, mostra i calcoli per i vari dimensionamenti delle dighe, illustra le modalità di produzione e trasporto della forza elettromotrice, ma tratta anche i contenziosi ed i mezzi per conseguire le espropriazioni dei terreni. Dodici capitoli e sei allegati per un'opera imponente [7].

La realizzazione dell'acquedotto De Ferrari-Galliera era stata preceduta da uno studio sulla qualità chimica e microbiologica delle acque utilizzate; in una lunga relazione analitica del prof. R. Castellucci (1884), di cui si riporta la parte introduttiva e le conclusioni, è possibile individuare i criteri utilizzati in quegli anni per valutare la qualità chimica delle acque:

«Un'acqua potabile deve presentare i seguenti caratteri; dev'essere limpida, incolore, inodora, fresca, senza sapore ed aerea; dev'essere priva di materie organiche, e soprattutto di materie organizzate capaci di entrare in putrefazione; dovrà contenere in soluzione una debole proporzione di sostanze saline normali all'economia; finalmente non dovrà

intorbidarsi per l'azione del calore, non dovrà coagulare il sapone e dovrà cuocere bene i legumi. La quantità delle sostanze saline dovrà essere compresa fra 0^{gr},13 e 0^{gr},50 per litro: e, secondo Boussingault e Chossat, qualunque sostanza salina, che avrà il suo rappresentante nell'economia, sarà utile se non necessaria: qualunque sostanza all'opposto che non sarà atta ad entrare nella composizione dei nostri tessuti sarà inutile e talvolta dannosa.

A questi caratteri un po' troppo vaghi e generici si devono aggiungere i seguenti altri requisiti formulati nelle conclusioni della Commissione Sanitaria di Vienna nel 1864, in quelle del recente Congresso Sanitario di Bruxelles, e nel parere di dotti chimici ed igienisti Fischer, Kubel, Tiemann ed altri competentissimi in questa materia.

I requisiti sono i seguenti:

- I. Un'acqua irrepreensibile dev'essere limpida, incolore ed inodora;*
- II. Non deve contenere che una piccola quantità di materia solida e nessuna materia organizzata. Nel Congresso Sanitario di Bruxelles si è ammesso che un'acqua non è più potabile quando contiene più di grammi 0,5 di materia solida per litro;*
- III. Deve contenere solo tracce di materie organiche e specialmente di quelle azotate; un litro d'acqua non deve scolorare più di 8 milligr. di permanganato di potassio, nè deve contenere più di 5 milligr. di carbonio e di un milligr. di azoto sotto forma organica per litro;*
- IV. Non deve formare muffe abbandonata a sé durante l'estate in vaso coperto;*
- V. Non deve contenere più di 5 milligr. per litro di azoto allo stato di ammoniaca, nitrati e nitriti;*
- VI. Non deve contenere più di 8 milligr. di cloro per litro (secondo F. Fischer 33,5; secondo Kubel e Tiemann da 20 a 30);*
- VII. Non deve contenere più di 80 a 100 milligr. di acido solforico (allo stato di solfato) per litro;*
- VIII. Non deve contenere più di grammi 0,18 di calce per litro; secondo Fischer la calce non deve superare 112 milligr. per litro, secondo altri deve essere compresa fra 112 a 140 milligr. per litro;*

- IX. *Non deve contenere più di 40 milligr. di magnesio per litro;*
 X. *Dev'essere bene aereata.*

Nell'esame chimico analitico dell'acqua in questione il compito ch'io mi proponeva era quello di constatare se essa aveva i requisiti richiesti e formulati nelle proporzioni sopra esposte.

{...}

Per questi risultati L'ACQUA DELL'ACQUEDOTTO DE FERRARI - GALLIERA in Genova deve meritamente classificarsi fra le OTTIME ACQUE POTABILI.

Genova, 17 aprile 1884

Firmato: R. Castellucci - Prof. di Chimica»

In quegli anni c'è una sostanziale omogeneità di vedute per quanto riguarda i parametri di tipo chimico che definiscono i requisiti di qualità dell'acqua potabile; essi sono anche in relazione con i processi di potabilizzazione che già alla fine dell'800, in vari paesi europei, sembrano ben conosciuti. In vari impianti di potabilizzazione viene impiegato il solfato di alluminio per la precipitazione del materiale sospeso nelle acque superficiali utilizzate; sono realizzati complessi sistemi di filtrazione a sabbia, sono funzionanti impianti di deferrizzazione di differente complessità, mentre nel 1905, a Nizza, viene realizzato un grande impianto di potabilizzazione che impiega ozono per la disinfezione [8] e a Marsiglia, nel 1910, viene attivato il primo impianto a raggi ultravioletti per impiego acquedottistico [9].

In Italia, fra i testi di riferimento sui criteri di potabilità delle acque, si trova quello del prof. Giorgio Roster⁴ (*Dei Criteri per giudicare la potabilità di un'acqua*, 1893) [10, 11] e pochi anni dopo l'opera del prof. Angelo Celli, il *Manuale dell'Igienista*, del 1906 [12].

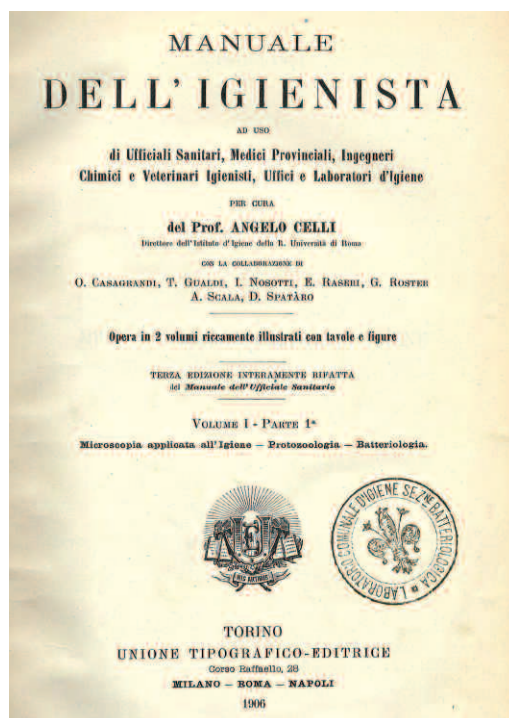
Roster afferma importanti concetti che rappresentavano la maturazione delle conoscenze accumulate in vari decenni. Si parla di valutazione chimica e biologica e del contesto ambientale in cui le acque sono captate, a dimostrazione di come le caratteristiche ambientali, connesse a processi naturali o ad antropismi, fossero ormai considerate elementi determinanti per la produzione ed il controllo delle acque ad uso potabile. Nei suoi scritti si possono già leggere le idee fondanti della moderna legislazione: «...dirò subito che tanto la chimica, quanto la bacteriologia hanno il loro valore, e possono fornire utili indicazioni, ma che, o prese isolatamente od anche riunite, non arrivano ad avere l'importanza che ha lo studio dei luoghi, e l'esame delle condizioni particolari con cui l'acqua si infiltra e sgorga dal terreno». Successivamente lo stesso autore mette in evidenza l'importanza di individuare criteri molto severi per valutare le acque di acquedotto per le possibili ricadute sanitarie su una larga fascia di popolazione. I criteri suggeriti da Roster sono poi quelli, con le dovute modifiche e le numerose integrazioni legate ad un secolo di evoluzione conoscitiva, che ritroviamo nella legislazione moderna.

Per quanto riguarda l'analisi chimica, Roster riporta: «*Scopo dell'analisi chimica è quello di cercare prima se nell'acqua esistono sostanze che per loro natura o per la soverchia abbondanza, possono renderla nociva, e poi di determinare in quali proporzioni si trovino i suoi componenti abituali, per dedurne se il suo uso prolungato possa arrecare inconvenienti. Fra le ricerche chimiche di maggiore importanza va notato la valutazione dei gas, del residuo solido, del grado di durezza, del cloro, dell'anidride nitrica, delle materie organiche, e la ricerca dell'ammoniaca, dell'anidride nitrosa e di alcune altre sostanze estranee all'ordinaria composizione dell'acqua*». I principi enunciati da Roster per la scelta dei parametri chimici restano validi ben dopo un secolo: saranno le direttive europee di fine '900 che porteranno

⁴ Giorgio Roster fu per oltre 40 anni professore ordinario di Igiene presso l'Università di Firenze.

Delle arie, delle acque e dei luoghi: temi storici

Figura 3 - Prima pagina del volume I del Manuale dell'Igienista, 1906, opera realizzata dal prof. Celli, direttore dell'Istituto d'Igiene della Reale Università di Roma



all'inserimento nella legislazione dei paesi della Unione Europea degli attuali importanti indicatori di qualità, mentre l'evoluzione legislativa assumerà il moderno quadro attuale. Ma dai primi anni del '900, e per quasi tutto questo secolo, una ridotta serie di parametri (caratteri organolettici, residuo fisso, durezza, varie forme di azoto, solfato e cloruro, talvolta ferro e manganese, ossidabilità) era ritenuta sufficiente per l'analisi chimica ordinaria delle acque potabili. Riporta infatti Roster: «...la determinazione del cloro, della materia organica, dell'anidride nitrica e nitrosa e dell'ammoniaca, non ha importanza dal punto di vista della natura di queste sostanze, essendo esse contenute nell'acqua sempre in piccola quantità, ma solamente per il loro valore sintomatico, cioè per la loro origine, stando esse a rappresentare i prodotti del processo putrefattivi».

Nel 1906 viene edito il Manuale dell'Igienista, del prof. Angelo Celli, direttore dell'Istituto d'Igiene della Reale Università di Roma. Questo trattato è da ritenere una delle opere più complete sul-

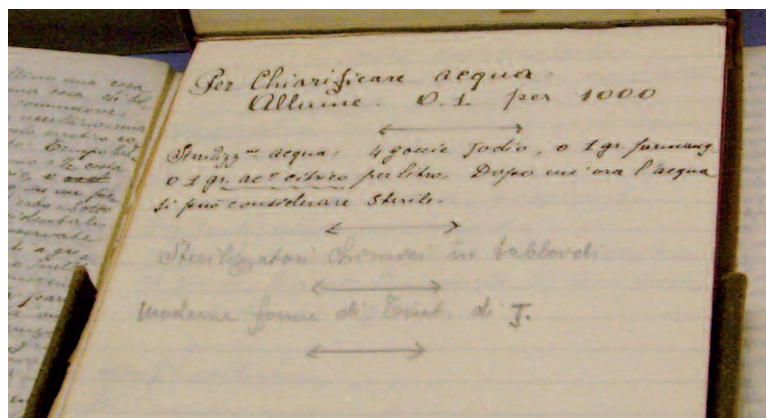
l'igiene in quegli anni; diviso in 2 volumi, è così ripartito: nel volume I (1.198 pagine) si trova: *Microscopia applicata all'Igiene - Protozoologia - Batteriologia*; nel volume II (1.330 pagine) - *Demografia e statistica sanitaria, Climatologia applicata all'Igiene, Igiene dell'alimentazione e Igiene del lavoro*. Nella figura 3 è riportata la prima pagina del volume I.

L'opera di Celli si estende a tutto campo sulle problematiche igieniche di carattere generale del tempo, tanto che i capitoli dedicati alla batteriologia e alla chimica delle acque restano modesti nell'ambito dell'esteso lavoro.

Insieme ad altre interessanti considerazioni, vale la pena ricordare che alcuni problemi relativi alle analisi microbiologiche delle acque di 100 anni fa si ripropongono ancora oggi in una luce non troppo diversa: «*Giova però notare che le moderne indagini sulle acque, le quali debbono essere adibite ad uso potabile, hanno di molto scemata l'importanza dell'esame batteriologico, inquantochè mentre da un lato il numero limite dei germi per cmc. si è riconosciuto non potersi sempre accettare, dall'altro per la diagnosi delle specie patogene i mezzi di cui si dispone sono pochi e non sempre rispondenti*». (Ancora oggi, nella maggior parte dei casi, le analisi batteriologiche non sono volte all'identificazione di specie patogene, ma piuttosto di batteri che costituiscono indici di contaminazione). Insieme alla descrizione delle apparecchiature per il campionamento delle acque, ai substrati di semina, agli apparecchi per l'incubazione delle colture e per il conteggio delle colonie, sono elencati «*i microrganismi che si ricercano con l'esame batteriologico*». Segue nel testo un esteso elenco nel quale si individuano streptococchi e stafilococchi, generi di batteri che mantengono ancora oggi una loro validità tassonomica, mentre moltissime specie riportate non sono riferibili a quelle attuali: in questo senso la batteriologia ha subito, in un secolo, numerosi cambiamenti che hanno portato a differenti denominazioni e classificazione dei microrganismi.

In quegli anni e nei successivi è comprensibile il grande sforzo dedicato alla batteriologia generale e, come ricaduta immediata, a quella delle acque. La batteriologia muove i primi passi proprio nella seconda metà dell'800 e anche se era già stato ampiamente riconosciuto il ruolo dell'acqua nella diffusione degli agenti delle malattie infettive, solo negli ultimi anni di quel secolo viene sancita la necessità di adottare analisi microbiologiche per garantire la sicurezza dell'acqua per fini igienici. Nel citato Manuale dell'Igienista, ben 300 pagine sono dedicate alla batteriologia in senso lato e circa 40 all'“Esame batteriologico dell'acqua, dell'aria e del suolo”.

È comprensibile il valore che viene dato alla batteriologia delle acque da utilizzare ai fini potabili e alla ricerca di sistemi di disinfezione. L'utilizzo sistematico del cloro, soprattutto in forma gassosa, risale ai primi anni del XX secolo; numerose applicazioni trovarono realizzazione in Belgio e negli USA tanto che, già nel 1918, erano più di mille le città che regolarmente cloravano l'acqua potabile. Attraverso tale pratica venne drasticamente ridotta la diffusione di alcune epidemie, come il tifo, che prima di allora costituivano un problema igienico - sanitario di notevole portata. Tuttavia, dopo alcuni decenni, venne scoperto dai ricercatori l'altro lato della medaglia: la formazione di sottoprodotti indesiderabili. L'attenzione agli aspetti batteriologici costituisce il prevalente riferimento per disporre di acque potabili, tanto che non mancano, anche a livello di piccoli approvvigionamenti, interventi per renderla sicura dal punto di vista della contaminazione batteriologica: lo scienziato ed esploratore Filippo De Filippi⁵, durante le spedizioni scientifiche in Asia Centrale (inizio '900) da lui condotte, annota nel suo diario un trattamento per ottenere acqua sicura: la floc-



culazione del materiale sospeso con allume (solfato di alluminio) e la disinfezione mediante iodio (figura 4). Durante la costruzione della ferrovia Mombasa-Nairobi (fine '800, inizio '900, Kenya) vengono usati dei depuratori di acqua finalizzati alla rimozione di microrganismi che possono essere trattiene mediante filtrazione e che si basano sul passaggio dell'acqua attraverso roccia porosa (figura 5), sistemi usati in passato e ancora oggi nello stesso Kenya e in altre parti del mondo.

I primi metodi “ufficiali” delle analisi chimiche, fisiche ed anche microscopiche e microbiologiche sono del 1905, data di pubblicazione della prima edizione degli *Standard Methods of Water Analysis*. Fra questi, i primi metodi di analisi batteriologica si basavano sulla ricerca degli indicatori di superficialità e degli indicatori di contaminazione fecale. I primi, principalmente germi proteolitici, capaci di fondere la gelatina a circa 22 °C e presenti negli strati più superficiali del terreno, dove concorrono alla degradazione dei rifiuti organici; i secondi invece, microrganismi generici provenienti dall'apparato gastro-enterico umano o di animali a sangue caldo e pertanto coltivabili a 37 °C.

Successivamente furono assunte precise specie di batteri indicatori sempre presenti nelle deiezioni e quindi espressione di

Figura 4 – Diario dell'esploratore Filippo De Filippi su cui è annotato un trattamento di potabilizzazione mediante impiego di allume per la rimozione del materiale sospeso e disinfezione con iodio (inizio '900)

⁵ Filippo De Filippi (Torino 1869 - Firenze 1938), chirurgo e fisiologo, realizzò spedizioni scientifiche in Karakorum e in Himalaya negli anni 1909 e 1913-14.

Delle arie, delle acque e dei luoghi: temi storici

Figura 5
Depuratore di
acqua che si basa
sulla filtrazione
lenta attraverso
una roccia porosa
impiegato durante
la costruzione
della ferrovia
Mombasa-Nairobi
(Kenya) fra fine
'800 ed inizio '900



PROSPETTO B.

ACQUE ESAMINATE	ESAME BATTERIOLOGICO								OSSERVAZIONI
	Dopo piccola piena		Dopo grossa piena del Serchio						
					Germi Schizomiceti per 1 cm. ³ d'acqua				
	18 novembre (9 ^a , 354)	22 dicembre (10 ^a , 105)	25 dicembre (9 ^a , 209)	30 dicembre (8 ^a , 539)	in totale	colture fondenti	in totale	colture fondenti	
Pozzo I.	—	—	32	9	31	1	30	1	* Durante la grossa piena i pozzi in gotea furono incendiati, e il pessimo risultato del saggio 22 dicembre al pozzo VII devesi ad insufficienza di pompatura preliminare: lo riprova il valore affatto normale della resistenza a.
» II.	49	4	71	8	14	3	37	2	
» III.	—	—	21	9	11	1	4	1	
» VII.	14	2	oo *	oo *	20	4	8	2	
» VIII.	8	2	24	1	9	1	15	2	
» triplo.	9	1	—	—	5	0	9	1	N. B. — I numeri in parentesi sotto la data indicano i livelli del Serchio.
Fiume Serchio	—	—	5000	600	1940	235	2800	375	
Rio Castiglione.	—	—	14100	1570	9700	250	7370	955	

Figura 6
Un'analisi
batteriológica
tratta dal lavoro:
"Studio delle acque
profonde della valle
del Serchio presso
Ripafratta da
derivarsi con pozzi
nel territorio di
Filettole per
alimento di nuovi
acquedotti per le
città di Livorno e
Pisa", 1911

rischio di presenza nell'acqua di agenti eziologici di malattie a trasmissione oro-fecale. Occorre arrivare al 1950, quando Puntoni [13] riporta nella sua trattazione alcuni metodi d'analisi abbastanza dettagliati e allargati alla ricerca degli streptococchi fecali, delle spore di *B. perfringens* ecc. e, adducendo la giustificazione che un'acqua veramente contaminata da liquami conterrà sicuramente parecchi colibacilli per millilitro oltre a nitriti e ammoniaca di origine animale, arriva a tollerare fino a 50 microrganismi. Nella figura 6 è riportata un'analisi batteriologica del 1911 di acque utilizzate scopo potabile [14].

Nel 1913 troviamo il *Trattato di Igiene e di Sanità Pubblica* di L. Pagliani [8]. In questa opera, in relazione alla parte delle acque, molto spazio è dedicata agli aspetti idrogeologici, mentre la parte relativa agli aspetti sanitari delle acque è abbastanza ridotta. Per la parte chimica sono riportati i comuni parametri di quel tempo (e i relativi metodi di determinazione): caratteri organolettici, temperatura, residuo fisso, calcio, magnesio e durezza, solfati, ammoniaca, nitriti e nitrati, cloruri, fosfati, sostanze organiche. Sono riportate valutazioni sui valori di accettabilità: ad esempio, «...il residuo solido a 100° delle acque da destinarsi alla potabilità, dovrebbe risultare fra 100 e 500 milligr. per litro. Un'acqua che ne abbia meno di 100 milligr. per litro di sali non può considerarsi fra le molto buone {...}. È abbastanza frequente, nelle acque derivanti dagli strati alquanto profondi del suolo la presenza di ferro; il quale, quando si trova in proporzioni di 0,5 milligr. per litro, intorbida l'acqua e ne altera sensibilmente il sapore. {...}. Fra i metalli, che casualmente si possono trovare nelle acque, il più pericoloso è il piombo: il quale, a 0,10 – 0,2 gr. per litro dà già fenomeni tossici. Esso può provenire dalle pareti dei tubi o dei recipienti di detto metallo, o stagnati o verniciati con leghe e vernici che lo contengono».

Le problematiche indotte dalla presenza del ferro e manganese nelle acque sono conosciute fino dalla metà dell'800, quando sono ideati e messi in funzione i primi sistemi per la rimozione di questi metalli. Nella figura 7 è riportato l'apparecchio di Piefke che, come in altri sistemi a pioggia, utilizzava l'aria come ossidante del ferro che veniva poi separato con sistemi di filtrazione.

I rischi di intossicazione da piombo sono conosciuti da secoli; in tempi più recenti scrive Ruata nel suo *Trattato di Igiene per gli ingegneri* [15]: «...le acque contenenti in soluzione dei sali di piombo possono dare luogo a gravi avvelenamenti: sono numerosi i casi di intossicazioni saturnine verificatesi per tale ragione e talora presero le

proporzioni di vere epidemie, delle quali più note sono quella del castello di Claremont nel 1849, quella di Dessau nel 1886, quelle frequentemente ripetutesi in Inghilterra, segnatamente nel Yorkshire e nel Lancashire...». È spesso l'impiego dell'acqua piovana, contenente pochi sali e ricca di anidride carbonica, responsabile del passaggio in soluzione del piombo dalle tubature, oppure l'impiego di acque naturalmente acide che provengono da acquiferi costituiti da rocce pochissimo solubili (graniti, gneiss e altro) sulle quali l'anidride carbonica disciolta non ha possibilità di interagire e rimane pertanto in soluzione, impartendo pH inferiori a 7⁶.

La parte batteriologica del trattato di Pagliani è dedicata in gran parte alla tecnica di coltivazione dei batteri (esame quantitativo con il metodo di Petri-Fischer o con le fiale di Petruski). Viene evidenziata la difficoltà di identificazione diretta delle specie patogene («La ricerca dei batteri patogeni, quali il tifo e il colerigeno, si fa solo in condizioni speciali»), viene individuato il bacillus coli come indice di inquinamento e redatta una sintesi sulle valutazioni che non sarà molto diversa nei molti anni a venire:

«5. Conclusioni:

1. Sono da ritenersi come acque impure, quelle che contengono sempre gran numero di germi e fra questi il bacillus coli, unitamente ad altre forme della putrefazione, spirillarie e anaerobiche, anche se non vi si riscontrino germi specificamente patogeni.
2. Sono da ritenersi acque molto sospette, e da non ammettersi alla potabilità, se non depurate, quelle che, presentando un numero largamente oscillante di germi. In momenti diversi, contengono anche solo saltuariamente il bacillus coli, con altre forme della putrefazione o anaerobiche.
3. Sono da considerarsi come sospette, in ogni caso, le acque che contengono gemi di bacillus coli in buon numero, per quanto per altri esami risultino buone.

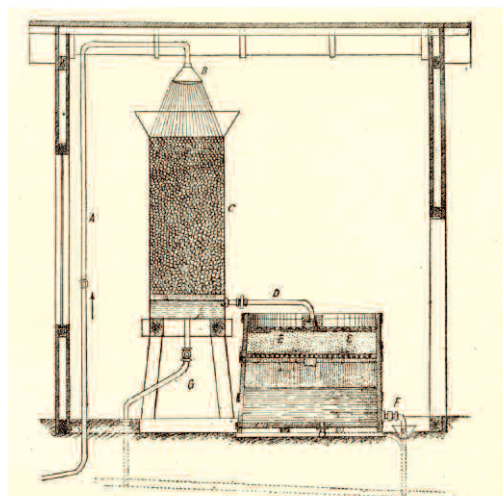


Figura 7 - Sistema di rimozione del ferro dalle acque mediante apparecchio di Piefke del 1891 (da: Pagliani, Trattato di Igiene e di Sanità Pubblica, vol. 1, pag. 817, 1913)

4. Sono da ammettersi fra le non inquinate, né presumibilmente inquinabili le acque che, per quanto in ripetuti esami presentino un buon numero ed anche variabile di germi, non contengono però mai il bacillus coli e altre forme batteriche della putrefazione, le spirillarie e le anaerobiche.
5. Le acque che hanno caratteri chimici buoni e nelle quali non si contano che pochi microrganismi, ma fra questi si riscontra pure il bacillus coli, se anche sono da ammettersi al consumo, debbono, cionondimeno, essere molto attentamente vigilate, e messe fuori dall'uso, talvolta il numero dei germi dello stesso bacillo tende ad aumentare rapidamente, specie se questo sia accompagnato da altri germi della putrefazione, da forme spirillarie e da anaerobiche. È soprattutto quando sono in uso acque di questa natura, le quali, senza potersi decisamente imputare di inquinazione in atto, risultano tuttavia eventualmente inquinabili, che l'esame batteriologico giornaliero è indispensabile; perché con questo soltanto, benché non sempre abbastanza in tempo, si può riconoscere un incipiente o avvenuto inquinamento, al quale importa opporre pronto e efficace rimedio».

Nella seconda metà degli anni '20 è

⁶ Nelle acque che hanno interazione con graniti ed altre rocce cristalline si sono misurati pH fino a 5,6.

Delle arie, delle acque e dei luoghi: temi storici

Figura 8
Una sintesi di limiti di accettabilità per le acque potabili tratto da Issoglio, "La chimica degli alimenti" (1927). Non sono riportati gli anni a cui i limiti sono riferiti, ma si presume appartenenti ad un periodo compreso fra fine '800 e inizio '900

diffuso l'importante testo del prof. Giovanni Issoglio (La chimica degli alimenti, 1927) dove è possibile trovare varie considerazioni in merito ai requisiti di potabilità delle acque. Nel paragrafo "Analisi chimica e numeri limite", sono riportati i principali concetti che troveremo nella legislazione degli anni seguenti. Fra questi l'idea del contesto ambientale in cui il sistema idrico è localizzato: «...Però tutti questi esami organolettici, chimici e batteriologici presentano in comune la manchevolezza di dare solo l'indicazione dell'acqua nell'istante in cui si prelevano i campioni e di nulla affermare sul suo stato avvenire. A questa manchevolezza supplisce lo studio dei terreni, che le acque attraversano od in

altri termini la storia dell'acqua. Come abbiamo detto in questi saggi analitici eseguiti sopra un'acqua in tempi diversi, deve sempre richiedere la costanza della composizione chimica della bevanda sottoposta ad analisi, poiché la variazione di uno qualunque dei componenti è indizio quasi certo di infiltrazione anormale di altre acque sospette».

Il prof. Issoglio si domanda poi: «quali sono i limiti massimi di tolleranza che riguardano i componenti di una buona acqua potabile». È la domanda alla quale ogni risposta sarà adeguata alle conoscenze del tempo: mentre oggi si discute quasi esclusivamente sui valori limite dei microcontaminanti (sostanze organiche legate alle pressioni antropiche, ad esempio antiparassitari, ed elementi in traccia), in quegli anni erano i componenti principali, oltre alle forme di azoto, i parametri oggetto di attenzione. Alla fine il prof. Issoglio conclude che «...Commissioni governative e municipali concorsero a discutere e riaffermare detti numeri limiti e come si può vedere nell'esame dei seguenti specchietti, non tutti sono concordi nello stabilire i limiti massimi di inquinamento o di mineralizzazione» (figura 8).

LA LEGISLAZIONE DI INIZIO '900

I regi decreti di inizio '900 e i regolamenti comunali d'igiene

Con l'emanazione del Regio decreto del 29 marzo 1903, n. 103 si delega ai comuni la gestione degli acquedotti; nell'art. 1 si legge infatti: «I Comuni possono assumere, nei modi stabiliti dalla presente legge, l'impianto e l'esercizio diretto dei pubblici servizi e segnatamente quelli relativi a: {...} Costruzione di acquedotti e fontane e distribuzione di acqua potabile {...}».

Successivamente questa facoltà fu attribuita anche alle Province con il Regio decreto 30 dicembre 1923, n. 3.047. Si ricorda che già la legge sanitaria Crispi - Pagliani del 1888 obbligava i comuni a dotarsi di acqua «potabile riconosciuta pura e di buona qualità».

In 100.000 parti di acqua	Commissione di Vienna	Chimici francesi	A. GAUTIER	WANKLY e CHAPMANN	REICHARDT	FISCHER	KUBEL e TILMANN
Residuo salino . . .	10-50	50	13-50	40-55	10-50	3,55	50
Cloro	0,2-0,6	—	—	0,7-1,5	0,2-0,8	8	2-3
Acido solforico (SO ₃)	0,2-0,3	—	—	—	0,2-0,63	11-12	8-16
Ossido di calcio (CaO)	—	—	—	—	—	4	11-12
Ossido di magnesio (MgO)	—	—	—	—	—	2,7	4
Acido nitrico (N ^o O ³)	0,4	—	—	—	0,4	—	0,5-1,5
Acido nitroso . . .	tracce	—	—	—	—	—	—
Ammoniaca	»	0,1	—	0,01-0,015	—	—	—
Sostanze organiche volume in ossigeno consumato . . .	0,05-0,25	0,2	—	0,2-0,3	0,05-0,25	—	—
Solfato di calcio . .	—	15	—	—	—	0,02	0,25
Cloruri	—	0,3-1,5	0,4-1,5	—	—	—	—
Solfati	—	—	0,3-2,7	—	—	—	—
Carbonato di calcio .	—	—	4-17	—	—	—	—
Bicarbonato di calcio	—	—	—	50	—	—	—

I limiti ammessi dal Comitato esecutivo di igiene di Francia sono i seguenti:

In 1 litro di acqua	Acqua purissima	Acqua potabile	Acqua sospetta e poco buona	Acqua cattiva
Cloro	meno di gr. 0,015	meno di gr. 0,040 eccetto alla riva del mare	gr. 0,050-0,100	più di gr. 0,100
Acido solf. (H ² SO ₄)	gr. 0,002-0,005	gr. 0,005-0,030	più di gr. 0,030	più di gr. 0,050
Ossigeno tolto al permanganato in soluz. alcalina .	meno di gr. 0,001	meno di gr. 0,002	gr. 0,003-0,004	più di gr. 0,004
Perdita di peso al calore rosso . .	meno di gr. 0,015	meno di gr. 0,040	gr. 0,040-0,070	più di gr. 0,100
Grado idrotimetrico totale . .	5°-15°	15°-30°	sopra 30°	sopra 100°
Grado idrotimetrico permanente dopo ebullizione	2°-5°	5°-12°	12°-18°	più di 20°

Delle arie, delle acque e dei luoghi: temi storici

Fra la fine dell'800 e inizio '900 sono attivi i regolamenti comunali d'igiene dove vari capitoli sono dedicati alla gestione delle acque ad uso potabile. Generalmente non si trovano riferimenti ai criteri di tipo chimico e microbiologico per la valutazione della qualità di queste acque, poiché gli aspetti tecnici erano demandati ai laboratori pubblici di controllo. Nella figura 9 è riportata un'analisi chimica di un'acqua potabile di quegli anni prodotta da uno di questi laboratori che erano strutturati su base comunale, operativi fino dal 1890. È citato infatti nel regolamento di Igiene del Comune di Genova: «Capitolo III - Laboratori municipali ed analisi. Art. 27 - I laboratori per la vigilanza igienica e sanitaria nel Comune di Genova sono costituiti di due sezioni: laboratorio chimico e laboratorio medico - micrografico (Art. 1 regolamento speciale per laboratori 6 luglio 1890)»⁷.

Nel regolamento di Igiene del Comune di Genova, in relazione all'acqua potabile è riportato: «È vietato contaminare, corrompere ed in qualsiasi modo sporcare anche indirettamente l'acqua destinata ad uso potabile (Art. 116 Testo unico delle leggi sanitarie 1 agosto 1907)».

Sono poi riportate varie indicazioni sulla tipologia delle captazioni, sulle cisterne di deposito ed altre strutture; si legge, tra l'altro: art. 186: «Sia gli impianti che l'uso per iscopo potabile di acque non ancora conosciute nei loro requisiti igienici, non saranno permessi senza bene stare del sindaco. Questo non sarà rilasciato se l'esame della località da cui l'acqua proviene, e quello dell'acqua stessa, fatto a cura dell'Ufficio d'igiene, ed a spese dell'interessato, non abbiano fornite sufficienti garanzie della salubrità su di essa». E inoltre: Art. 187: «È vietato

MUNICIPIO DI REGGIO-EMILIA
LABORATORIO CHIMICO DI VIGILANZA IGIENICA

N. 15 del Registro dei Laboratori
N. del Registro
dell'Ufficio di accettazione.

Relazione dell'esame d'igiene di fonte pubblica, n. 55
praticato nel campione di
bevanda da: *Dr. Emilio Verrini & C.*
Completato
e pervenuto in laboratorio il giorno 22 gennaio 1915

Descrizione del campione

Questo proposto: *Potabilità*

Risultato delle ricerche:

<i>Caratter. fisici</i>	= <i>apariscente</i>
<i>Quantitativa</i>	= <i>g. disciolta</i>
<i>Acido nitroso</i>	= <i>assente</i>
<i>Acido nitrico</i>	= <i>assente</i>
<i>Acido solforico</i>	= <i>tracce</i>
<i>Cloro libero</i>	= <i>assente</i>
<i>Temperatura totale (p.p.)</i>	<i>35°</i>
<i>Temperatura</i>	<i>12°</i>
<i>Composti: S. ferro - fosforo</i>	<i>Ottimo risultato 0.0004</i>
<i>Residuo p.p. 100</i>	<i>Residuo organico 0.001</i>

Giudizio e osservazioni:

L'acqua è ritenuta chimicamente potabile.

Data: *22 Gennaio 1915*

Il Direttore del Laboratorio

Per il presente esame, in base al N. 55 della Tariffa, la tassa dovuta è di L. 5/100 le quali furono regolarmente versate come risulta dalla bolletta di ricevuta N. _____

Figura 9
Certificato di
analisi chimica di
un'acqua potabile
effettuato presso il
laboratorio
comunale di Reggio
Emilia del 1915
(gentile concessione
dott. Roberto
Messori, ARPA
Emilia-Romagna)

distribuire od usare per uso potabile o per la confezione di alimenti e di bevande, acque in qualsiasi modo sporche, inquinate, o corrotte. Quando siavi sospetto d'inquinamento, verrà sospeso l'uso dell'acqua fino ad accertamento della sua salubrità». E infine, art. 188: «La salubrità dell'acqua è accertata dall'Ufficiale sanitario con ogni mezzo da esso stimato migliore».

I Comuni stessi, talvolta riferendosi ai regolamenti per l'edilizia, emanavano disposizioni tecniche e sanitarie sulle caratteristiche delle acque distribuite, sui materiali da usarsi per le tubature e sui sistemi di distribuzione.

Nel Regolamento di igiene del comune di Firenze del 1925 si trova un intero capitolo dedicato alle acque potabili (capitolo VI, "Tutela delle acque

⁷ In seguito alle epidemie di colera, che interessarono l'Italia dopo il 1860, venne emanata in data 22 dicembre 1888 la Legge n. 5849 che istituiva i Laboratori Comunali d'Igiene che furono operativi dal 1893. Quindi gli sviluppi successivi:

- Laboratori Provinciali d'Igiene e Profilassi (Ministero dell'Interno) - 30 dicembre 1923 n. 28891923 Regolamento 16 gennaio 1927, n. 155.
- Laboratori Provinciali d'Igiene e Profilassi (Ministero della Sanità), 1958
- Presidi e Servizi Multizonali di Prevenzione (Ministero della Sanità), 1980
- Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale (Ministero dell'Ambiente), 1995.

potabili"). Anche in questo regolamento non sono riportati i criteri utilizzati per definire le caratteristiche di qualità, tuttavia è certo che in altri ambiti (principalmente trattati di igiene) questi siano stati definiti, in quanto viene riportato nell'articolo 33: «[...] Ogni causa di inquinamento e tutto quanto possa compromettere la salubrità dell'acqua potabile, sarà dall'Ufficiale Sanitario immediatamente riferita al Sindaco, aggiungendo le proposte per i provvedimenti opportuni».

La legislazione e le norme degli anni '30

Un decreto articolato e complesso (circa 80 pagine) sulle acque entra in vigore alla fine del 1933: è il Regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1.775, *Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici*. Questo decreto, modificato da numerose integrazioni (è citato addirittura nel recente decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152), è attualmente in vigore e dedica molto spazio alla parte sulle derivazioni e sulle utilizzazioni delle acque pubbliche; si può affermare che l'attuale disciplina di utilizzazione delle acque si ritrova nelle linee essenziali di questo Testo unico.

Nei vari capitoli si trovano trattazioni relative a consorzi per l'utilizzazione delle acque pubbliche, provvedimenti speciali per la costruzione di serbatoi e laghi artificiali, disposizioni speciali sulle acque sotterranee, autorizzazione all'impianto di linee elettriche, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica, importazione ed esportazione di energia elettrica. Per le acque viene affermato il principio della natura pubblica e della necessità di intervento della pubblica amministrazione per la loro gestione; si legge infatti nell'art. 1: «Sono pubbliche tutte le acque sorgenti, fluenti e lacuali, anche se artificialmente estratte dal sottosuolo, sistematiche o incrementate, le quali, considerate sia isolatamente per la loro portata o per l'ampiezza

del rispettivo bacino imbrifero, sia in relazione al sistema idrografico al quale appartengono, abbiano od acquistino attitudine ad usi di pubblico generale interesse».

Tuttavia in questo decreto manca ogni aspetto di tutela delle acque: non vi sono indicazioni di utilizzo prioritario né altri criteri ed indirizzi per la loro tutela; la risorsa idrica è vista soprattutto come oggetto di sfruttamento perché manca in quell'epoca il concetto di bene limitato, difficile ad applicarsi molti decenni fa alle acque. Nel Testo unico del 1933 manca anche la cultura del bacino idrografico, che tuttavia vari paesi industrializzati avevano adottato perché funzionale ai fini dello sfruttamento della risorsa idrica (grandi dighe per la produzione di energia idroelettrica ed opere di bonifica), sempre intesa come bene disponibile e illimitato.

Oltre ai Regolamenti comunali, riferimenti alle acque potabili sono riportati nel Regio decreto 27 luglio 1934, n. 1.265, *Testo unico delle leggi sanitarie*⁸. Tuttavia non si trovano indicazioni in relazione ai criteri di qualità di queste acque. Riporta l'articolo 248: «Ogni comune deve essere fornito, per uso potabile, di acqua pura e di buona qualità. Quando l'acqua potabile manchi, sia insufficiente ai bisogni della popolazione o sia insalubre, il comune può essere, con decreto del prefetto, obbligato a provvedersene». Oltre all'articolo sopra citato, che enuncia solo principi generali, si trova l'articolo 249: «Chiunque contamina l'acqua delle fonti, dei pozzi, delle cisterne, dei canali, degli acquedotti, dei serbatoi di acqua potabile è punito con la sanzione amministrativa da lire 60.000 a lire 1.000.000, salvo l'applicazione delle pene stabilite nel codice penale, quando il fatto renda l'acqua pericolosa per la salute pubblica».

In quegli anni è possibile trarre dai trattati di igiene o dai testi di chimica bromatologica indicazioni sui criteri di qualità delle acque potabili che comun-

⁸ Il primo Testo Unico delle leggi Sanitarie è del 1 agosto 1907 n. 636 - Legge sulla tutela dell'Igiene e della Sanità pubblica - (G.U. 26 settembre 1907), che è stato inglobato in quello del 1934.

que non sembrano discostarsi dalle conoscenze di inizio secolo.

Per gli aspetti chimici, nel testo di chimica bromatologica del prof. Ernesto De' Conno della Reale Università di Napoli [16], dove l'analisi dell'acqua è trattata assieme agli alimenti, ben 40 pagine sono dedicate a questa materia, per la maggior parte ai metodi analisi. I criteri di potabilità per la parte chimica sono riassunti in mezza pagina e riportano valutazioni non diverse da quelle di inizio secolo, tra cui il limite 0,5 mg/l di ammoniaca e l'assenza di «*nitriti, idrogeno solforato e dei sali metallici precipitabili dall'idrogeno solforato o dal solfuro ammonico eccezione fatta per tracce di ferro, di alluminio o di manganese*». È ribadito il limite di «gr. 0,5 di sali minerali per litro» (valore eccessivamente basso alla luce dell'evoluzione delle conoscenze sul significato sanitario del contenuto dei solidi disciolti nell'acqua potabile) e per la durezza è riportato: «*non avere durezza totale espressa in gradi francesi, superiore a 28-32*», infine, oltre alle consuete valutazioni organolettiche su odore e colore, «*non acquistare odore sgradevole per soggiorno prolungato in vaso aperto o chiuso*».

Nel Trattato d'Igiene (1933) del professor Ottolenghi, [17] direttore dell'Istituto di Igiene della Reale Università di Bologna, troviamo: «*Un'acqua potabile deve essere fresca, limpida, incolore, inodore, di sapore gradevole, non deve contenere sostanze chimiche nocive o germi di malattie infettive o parassitarie. La presenza di arsenico, piombo, rame anche in lievi quantità, o di solfuri, cloruri, solfati, bicarbonati, ecc. in quantità notevoli può dar luogo a vari disturbi. Ma ciò che per un igienista ha un'importanza indubbiamente maggiore per la sua frequenza e per le gravi conseguenze, è la presenza di germi patogeni, che diano luogo a malattie infettive*».

È indubbiamente comprensibile l'attenzione agli aspetti microbiologici delle acque in quegli anni in cui epidemie dovute alla distribuzione di acque inquinate costituivano una tragica realtà. Per i

controlli di tipo microbiologico viene fatto riferimento alla ricerca del «*Bacterium coli, la conta e identificazione dei germi, la ricerca dell'enterococco e dei germi anaerobi, la ricerca di germi patogeni (b. tifico, b. paratifico, b. dissenterici, v. colerigeno; {...}). La ricerca dei germi patogeni viene eseguita normalmente solo in caso, che esista il sospetto, che una determinata acqua sia stata causa di una malattia*».

Per gli aspetti di tipo chimico sono proposti criteri di qualità che sono quelli comuni del tempo (figura 10); è interessante tuttavia ritrovare in questo trattato attenzioni al ferro e manganese e ad altri metalli pesanti. Si legge infatti: «*Esistono in natura delle acque, provenienti da strati composti da minerali contenenti dell'arsenico e del rame, che presentano delle quantità maggiori o minori di tali sostanze. Queste acque sono talvolta utilizzate a scopo terapeutico, ma non possono servire come potabili*».

Nella metà degli anni '30 i criteri di qualità delle acque che troviamo nei trattati di igiene di quei tempi appaiono alla fine insufficienti a definire strategie operative avanzate per il controllo delle acque potabili. L'acqua potabile non occupa mai spazi degni di rilievo rispetto alle altre materie inerenti l'igiene: in questi trattati, generalmente dell'ordine di un migliaio di pagine, si trova che solo poco più di una decina sono quelle dedicate alle acque potabili. Nel Trattato d'Igiene del prof. Ottolenghi su 2.198 pagine dei due volumi solo 13 sono dedicate alle acque potabili; in quello degli anni successivi, il Manuale pratico di Igiene di Abba, 1936, all'acqua potabile sono dedicate ancora meno pagine sia per gli aspetti chimici che batteriologici [18].

Si giunge così al 1936, quando in Italia esce il lavoro Criteri di potabilità e norme di potabilizzazione delle acque, della Commissione Nazionale per la Potabilizzazione delle Acque [19]. La stesura di questo documento dimostra che in Italia era sentita la necessità di dare un quadro unico di riferimento per stabilire

Delle arie, delle acque e dei luoghi: temi storici

TABELLA XI bis

	Limiti massimi di alcuni componenti delle acque potabili (per litro)		
	secondo Vil'avecchia	secondo Ohlmüller-Spitta	secondo Klut
Nitrati	30 mgr.	presenti	30 mgr.
Nitriti	0 »	0	0
Ammoniaca	0 »	0 (1)	tracce (1)
Gloro	35 »	30 mgr.	30 mgr.
Solfati	100 »	—	60 »
Fosfati	0 »	0	tracce
Sostanze organiche espresse in O consumato	2.5 »	2 mgr.	3 mgr.
Durezza in gradi francesi (1) .	35°	34°	32°
Residuo	500 mgr.	500 mgr.	500 mgr.
Reazione	neutra	neutra	super. a Ph = 7

(1) In acque ferruginose, torbide si può tollerare fino a 1 mgr. per litro e più.
(1) Un'acqua ha un grado francese di durezza quando il suo contenuto in sali alcalino-terrosi corrisponde a quello di un'acqua contenente solo 1 cgr. di Ca CO₃ per litro. Un grado di durezza tedesco rappresenta invece 1 cgr. di Ca O per litro.

Figura 10 - Criteri di qualità delle acque potabili agli inizi degli anni '30 (Ottolenghi, 1933)

criteri ufficiali che definissero cosa intendere per acqua potabile e quali controlli eseguire. È infatti riportato che la Commissione era stata costituita «...per lo studio della normalizzazione dei criteri e della nomenclatura relativi alla potabilità e ai trattamenti delle acque».

Un esteso capitolo è dedicato ai criteri di potabilità. Viene ribadito «che il giudizio sulla potabilità dell'acqua dovrà emergere sempre da una completa indagine che deve comprendere i seguenti aspetti del problema:

- idrogeologia;
- epidemiologia e igiene;
- caratteri fisici;
- caratteri chimici;
- batteriologia e microbiologia».

Viene riportato che «i criteri che seguono non devono essere considerati come tassativi e tali da doversi attenere strettamente. Essi hanno solo valore di norma - quasi di modello - e da essi è però opportuno discostarsi il meno possibile e solamente in evenienze particolari da esaminare caso per caso pur rimanendo sempre fedeli ai concetti fondamentali stabiliti. L'approvvigionamento di acqua potabile nella maggioranza dei casi riveste non solo caratteri di provvidenza igienica, ma investe anche problemi di ordine tecnico ed economico: occorre quindi contemperare tutte le esigenze senza sacrificarne troppo alcune per soverchio amore delle altre».

Questa premessa è importante perché vedremo che intorno al 1990, nel corso dell'attuazione della normativa allora vigente, si sono talvolta applicati criteri rigidi di valutazione della qualità delle acque. Con troppa facilità si sono chiusi, seppur temporaneamente, acquedotti per superamento di parametri che non avevano (e non hanno ancora oggi) importanti ricadute di carattere sanitario (ad esempio, ferro, manganese e ammonio) senza tenere conto del contesto generale. Come vedremo di seguito, è stato addirittura necessario un richiamo nel decreto attualmente in vigore (D.Lgs. 2 febbraio 2001, n. 31), per porre fine ad una visione troppo separata delle competenze e a valutazioni limitate al superamento / non superamento di un certo parametro senza calcolare le ricadute sanitarie che la mancata distribuzione di acqua potabile avrebbe potuto determinare.

Il documento realizzato dalla Commissione Nazionale riporta valutazioni sulla provenienza delle acque ancora oggi valide. Vengono escluse le acque piovane, abbandonando credenze durate secoli: «le acque piovane o meteoriche debbono ritenersi sempre sospette di inquinamento, sono spesso torbide od opalescenti, sono scarsamente mineralizzate e perciò per lo più aggressive»⁹. Quindi si esaminano le acque superficiali «...quasi sempre inquinate, sempre torbide od opalescenti durante le piene, in genere poco mineralizzate e quindi aggressive, a temperatura molto variabile». Sono esaminate «le acque di prima falda e le acque subalvee di fiumi e torrenti, considerate sospette di inquinamento».

Sulle acque sotterranee, nella trattazione si legge: «Le acque sotterranee profonde, artesiane o no, e le sorgenti che da esse scaturiscono sono presuntivamente non inquinate, in genere a temperatura molto costante, limpide e più fortemente mineralizzate; la temperatura o la mineralizzazione possono essere però tanto elevate da togliere ad esse i caratteri di potabilità».

Riguardo all'esame microscopico, si ritiene che: «raramente l'esame microscopico

dà elementi assoluti pel giudizio di potabilità, ma ha particolare valore per le acque superficiali e di pozzo che possono avere avuto contatti con acque luride. Saranno oggetto dello studio microscopico le sostanze sospese e trascinate dalle acque - gli organismi viventi sulle sponde dei bacini idrici superficiali - su pietre, pali, ecc. gli svariatissimi detriti organici, frustoli, fibre ecc., specialmente gli organismi microscopici viventi nell'acqua e costituenti il cosiddetto plankton. Nel plankton hanno particolarmente interesse le amebe (patogene e saprofite), i parassiti intestinali (vermi), i tricobatteri». Si passa quindi all'esame batteriologico, ritenuto «fondamentale per la determinazione della potabilità di un'acqua». Oltre a indicare che «ogni esame deve essere sempre eseguito almeno in doppio», sono riportati criteri per vari aspetti validi ancora oggi.

VERSO LA LEGISLAZIONE DI FINE '900

Il controllo delle acque potabili dopo gli anni '50

Insieme alla stesura del documento *Criteri di potabilità e norme di potabilizzazione delle acque*, la Commissione Nazionale per la Potabilizzazione delle Acque del 1936 aveva iniziato un lavoro di censimento degli acquedotti e fognature esistenti in Italia.

A causa degli eventi bellici, nel 1940 fu edito solo il primo volume che contiene la parte descrittiva degli acquedotti e fognature dell'Italia settentrionale. La seconda guerra mondiale blocca per quasi un decennio sia l'evoluzione del sistema acquedottistico nel nostro Paese, sia i possibili interventi in materia legislativa.

All'inizio degli anni '50, di fronte ai grandi mutamenti indotti dal passaggio di una società prevalentemente rurale ad una società con forti connotati industriali, con il conseguente abbandono delle campagne e la forte spinta all'urbanizza-

zione, appare evidente tutta l'inadeguatezza legislativa e amministrativa in relazione alla gestione del sistema idrico.

Nel 1950 l'Alto Commissariato per l'Igiene e la Sanità Pubblica ordina un'inchiesta nazionale sullo stato dell'approvvigionamento idrico nel nostro Paese tramite la circolare n. 17 del 15 febbraio 1950. In questo questionario si fa riferimento a «*requisiti di potabilità analiticamente accertati e a principali caratteristiche fisiche, chimiche e batteriologiche dell'acqua*», ma non è esplicitato quali siano questi requisiti, nè l'eventuale normativa di riferimento. È da presumere che si intenda *Criteri di potabilità e norme di potabilizzazione delle acque*, documento sopra citato. È interessante osservare che nella Circolare n. 17 sono indicati i Laboratori Provinciali di Igiene e Profilassi, strutture di controllo che hanno operato in tale ambito sanitario fino al 1980.

Dagli anni '50 agli anni '70 i controlli chimici e microbiologici delle acque potabili ricalcavano, in linea generale, la serie dei parametri del documento *Criteri di potabilità e norme di potabilizzazione delle acque* del 1936, dedicando molta attenzione alla ricerca delle forme di azoto, come indici di inquinamento, quindi al dosaggio di cloruri e solfati, durezza, conducibilità elettrica e residuo fisso come parametri tipizzanti delle acque; si aggiungeva spesso la determinazione di ferro e manganese in acque sotterranee, dove era nota la presenza di questi metalli.

L'allora laboratorio di Igiene e Profilassi di Firenze, durante la metà degli anni '70, svolgeva analisi abbastanza esaustive su altre tipologie di acque (era entrata in vigore la legge n. 319 del 1976), mentre i controlli chimici sulle acque potabili erano limitati a pochi parametri. Nella quasi totalità dei laboratori di controllo di altre province o regioni, in quegli anni la situazione non era diversa. La serie dei parametri subirà

⁹ Tuttavia, ancora oggi, le acque piovane costituiscono le uniche risorse disponibili a scopo potabile in molti territori aridi della Terra e in zone dove non ci sono capacità o mezzi per sfruttare le acque sotterranee.



Figura 11
Captazione nel
sottosuolo del
monte Amiata di
uno degli acquedotti
che distribuisce
acqua alle province
di Siena e Grosseto,
costruita agli inizi
degli anni '50

poche variazioni fino alla metà degli anni '80, quando entrerà in vigore la legislazione moderna. Tuttavia, fino dall'inizio degli anni '60, ma forse anche in anni precedenti, gli stessi laboratori producevano analisi sulle acque minerali e termali con la determinazione di un numero maggiore di parametri (tanto che quei dati mantengono una validità attuale soprattutto se impiegati per confronti sulla costanza di composizione): quindi non mancavano metodi di analisi per estendere le indagini ad un numero maggiore di parametri, ma mancava l'idea del contributo che un maggior approfondimento dei parametri chimici avrebbe potuto dare per valutare la potabilità delle acque.

Negli anni '50, anche se viene mantenuto un certo ritardo in relazione ai parametri di controllo delle acque potabili, sono evidenti gli sforzi nel Paese di dotarsi di acquedotti moderni. Nella figura 11 è riportata l'opera di captazione nel sottosuolo del monte Amiata di uno degli acquedotti che distribuisce acqua alle province di Siena e Grosseto, costruita con tecniche avanzate e perfettamente funzionante ancora oggi. Nella figura 12 è riportata la costruzione della diga di Brugneto del 1959, il cui invaso distribuisce attualmente l'acqua a Genova.

Sul piano legislativo nazionale, all'inizio degli anni '60, troviamo la

Legge 6 dicembre 1962, n. 1.643 *Istituzione dell'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica*. Con questa legge, meglio nota come la "Nazionalizzazione dell'energia elettrica", tutte le concessioni relative alle derivazioni delle acque fanno capo ad un unico ente, ma ciò non si traduce in una gestione unitaria delle acque e soprattutto non si avvia una razionalizzazione degli usi industriali delle acque. La mancanza di atti espliciti di governo di questa materia ha condotto, fino a tempi recenti, ad un uso incontrollato di grandi risorse idriche da parte di interi comparti industriali [20].

In quegli anni appare evidente lo stato di inquinamento delle risorse idriche dovuto principalmente allo sviluppo industriale ed agricolo e all'incremento degli scarichi civili che avvengono in assenza di una specifica legislazione in materia di tutela delle acque. Diviene inoltre evidente anche la carenza di adeguate risorse idriche destinate all'uso potabile. In questo quadro di rapido ed evidente degrado, viene così emanata la Legge 4 febbraio 1963, n. 129 *Piano regolatore generale degli acquedotti*. Le norme attuative vennero successivamente regolamentate con il DPR 11 marzo 1968, n. 1.090. Una visione in senso più ampio del sistema acque è certamente evidente nel decreto; pur essendo ancora mancanti i concetti relativi alla potabilità delle acque, vengono previsti importanti strumenti di intervento: valutazione dei consumi mediante il censimento degli acquedotti esistenti, piano generale per fare fronte ai fabbisogni futuri, esame delle risorse idriche sia superficiali che sotterranee. Il *Piano regolatore generale degli acquedotti*, pur costituendo uno dei più importanti atti legislativi di quegli anni per colmare lo stato generale di carenza di gestione del sistema acque potabili, per lungo tempo resterà poco efficace soprattutto per mancanza di specifici finanziamenti. Nella legge 4 febbraio 1963, n. 129, si individuano comunque elementi per la protezione

delle risorse idriche (facoltà al Presidente della Provincia di prescrivere eventuali provvedimenti di protezione delle acque¹⁰); ciò costituiva un importante passo avanti rispetto a tutta la vasta mole di legislazione precedente in materia; tuttavia questi possibili interventi furono in larga parte disattesi.

La legge 10 maggio 1976, n. 319

Risale al 1968 la promulgazione della *Carta Europea dell'acqua*, documento elaborato dal Consiglio d'Europa in risposta ad una situazione di deterioramento della qualità delle acque che in quegli anni sta manifestandosi anche a livello europeo. In questo documento sono indicate le linee guida a cui dovranno allinearsi i provvedimenti legislativi degli Stati europei, in materia di utilizzo delle acque, in modo da promuovere un uso accorto e controllato delle risorse idriche [21]. Questo provvedimento, per vari motivi, non sembra influire in modo significativo sulle varie realtà nazionali, tanto che nel nostro Paese dovrà trascorrere ancora quasi un decennio per arrivare ad una reale tutela delle risorse idriche con la legge 10 maggio 1976, n. 319, *Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento*. Questa legge trova un'efficace applicazione anche perché con il DPR 15 gennaio 1972, n. 8 (*Trasferimento alle Regioni a statuto ordinario delle funzioni amministrative statali in materia di urbanistica, di viabilità, di acquedotti e lavori pubblici di interesse regionale e dei relativi personali e uffici*) venivano appunto trasferite le funzioni amministrative che riguardano gli acquedotti, le opere di fognatura e depurazione che fino ad allora erano esercitate dagli organi centrali periferici dello Stato.

La legge 319/1976 ha preso per la prima volta in considerazione il problema dell'inquinamento delle acque e della disciplina degli scarichi, finalmente con strumenti di tipo cogente (figura 13).



Figura 12
Costruzione
della diga di
Brugneto il cui
invaso distribuisce
ancora oggi l'acqua
a Genova (1959)

Successivamente, con la circolare 28 febbraio 1977 del Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento, in osservanza a quanto disposto dalla legge 319/1976, vengono determinate, tra l'altro, norme tecniche generali per la regolamentazione dell'installazione e dell'esercizio degli impianti di acquedotto (allegato III). Queste norme rappresentano un importante punto di riferimento per chiunque operi nel campo delle acque potabili. Infatti, esse definiscono, secondo principi ancora oggi validi sotto il profilo tecnico - gestionale, i requisiti cui debbono corrispondere gli impianti di approvvigionamento idrico nella loro installazione, le modalità per il relativo esercizio, i provvedimenti amministrativi necessari, nel loro insieme, per tutelare dall'inquinamento le acque utilizzate negli acquedotti.

Presso le strutture pubbliche di controllo, la legge 319/1976 è stata talvolta intesa in modo riduttivo, solo come la "legge degli scarichi" creando di fatto una separazione operativa sul piano dei controlli fra le acque reflue e le acque potabili. Questa suddivisione permane fino ai tempi attuali; tuttavia non era e non è l'ambito analitico, con partizioni talvolta necessarie, che crea divisioni, ma la separazione culturale messa in pratica fino da quegli anni fra chi operava sul piano dei controlli sulle acque reflue e chi operava su quello delle acque potabili. La collocazione delle acque reflue fra le "matrici ambientali" e delle acque potabili fra le "matrici sanitarie" operata un

¹⁰ Questa facoltà è tuttora vigente.

Delle arie, delle acque e dei luoghi: temi storici

Figura 13 - Tabella dei valori limite per le acque reflue in seguito all'entrata in vigore della Legge 319/1976 (Gentile concessione del sig. Fausto Carboni)

Legge 319											
tabella	A	C	Prato	tabella	A	C	Prato	tabella	A	C	Prato
Cr ⁶⁺	0,2	0,2	0,2	NH ₄ ⁺	15	30	100	PH	5,5	6,5	4,5
Cr ³⁺	2	4	4	NO ₂ ⁻	0,6	0,6	1,2	COO	160	300	1200
Cu	0,1	0,1	1	NO ₃ ⁻	20	30	45	BOD	40	150	600
Zn	0,5	1	2	CN ⁻	0,5	1	1		NR.	NR.	
Ni	2	4	4	Cl ⁻	1200	1200	9500		0,5	2	15
Pb	0,2	0,3	0,3	P	10	10	20		80	300	650
Cd	0,02	0,02	0,02	F	6	12	24		2	4	25
Al	1	2	3	H ₂ S	1	2	60		0,2	0,4	1
B	2	4	4	SO ₃ ⁻	1	2	60		0,1	0,2	1
Fe	2	4	4	SO ₄ ⁻	1000	1000	3000		1	2	4
Mn	2	4	4	Cl ₂	0,2	0,3	5	oli e grassi animali e vegetali	20	40	150
Ba	20	20		Fenoli	0,5	1	4	oli minerali	5	10	100
Hg	0,005	0,005	0,005	Alcali	1	2	4	pesticidi minerali	0,05	0,05	0,1
As	0,5	0,5	0,5					pesticidi fosforati	0,1	0,1	0,2
Se	0,03	0,03	0,03								
Sn	10	10									

tempo e accentuata oggi in alcune realtà dei laboratori pubblici di controllo, è frutto della mancanza di una visione unitaria del "sistema acqua" che ancora oggi tende a condurre e a mantenere separazioni che non possono che essere dannose per una reale conoscenza e tutela di tutte le acque.

La legge 319/1976 si è posta comunque come il più importante ed innovativo atto legislativo di quegli anni in materia di acque, che pur con la limitazioni dei ritardi nell'applicazione e i numerosi atti successivi (tra cui, ad esempio, la legge n. 650 del 24 dicembre 1979, *Integrazioni e modifiche delle leggi 16 aprile 1973 n. 171 e 10 maggio n. 319, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento*), ha condotto ad un migliore stato della qualità delle risorse idriche e quindi anche delle fonti di approvvigionamento delle acque potabili, siano queste superficiali o sotterranee.

La legge 319/1976 cesserà di avere vigore alla fine degli anni '90, con l'emanazione di nuovi atti normativi.

La circolare n. 33 del 27 aprile 1977 del Ministero della Sanità

Fino alla metà degli anni '70, per la parte chimica, non si hanno evidenti cambiamenti rispetto alle analisi di inizio secolo. Nella figura 14 sono riportate alcune analisi chimiche realizzate nel corso degli anni '60 - '70, finalizzate alla valutazione della potabilità delle acque utilizzate dall'acquedotto di Brugnato (Genova): i parametri di controllo sono gli stessi della maggior parte di quelli che troviamo nelle analisi dei laboratori pubblici di controllo.

È il 1977 l'anno in cui si assiste al primo atto normativo dello Stato relativo ai requisiti di qualità delle acque potabili con l'emanazione della circolare n. 33 del 27 aprile 1977 del Ministero della Sanità, avente per oggetto "*Controllo e sorveglianza delle caratteristiche di qualità dell'acqua potabile*". Trattasi di un atto "debole", essendo solo una circolare che resterà in parte disattesa per vari anni, tuttavia questo è un importante passo per stabilire adeguati criteri di qualità in materia di acque potabili. Con questa circolare viene dato un primo assetto all'insieme delle norme riguardanti il controllo delle acque potabili e costituisce quindi la prima regolamentazione ufficiale per valutare la potabilità delle acque. In premessa viene riportato l'articolo 248 del Testo unico delle leggi sanitarie, Regio decreto 27 luglio 1934, n. 1.265 e successivamente viene riportato: «*Per le valutazioni della potabilità di un'acqua si è fatto riferimento finora nel nostro Paese ai criteri e standard consigliati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, integrati talvolta con quelli previsti da normative vigenti in altri paesi. Al fine di dare un orientamento uniforme a tutta la materia, sentito il Consiglio Superiore di Sanità, si ritiene ora di indicare le determinazioni di ordine chimico, chimico-fisico e batteriologico da seguire, gli standard da applicare nonché le metodiche e modalità tecniche di prelievo*».

È interessante notare che con questa circolare vengono stabiliti parametri chimici e batteriologici che saranno la base per l'inizio di un razionale sistema di con-

trollo delle acque potabili, sistema che troverà la piena attuazione circa dieci anni dopo con l'entrata in vigore nel 1988 del DPR n. 236, nuova ed evoluta normativa sulle acque potabili.

In questa circolare sono quindi riportati molti elementi del controllo delle acque potabili, elementi che troveranno una loro amplificata e approfondita struttura in specifici atti legislativi successivi; sono inoltre riportati anche i criteri di qualità per acque superficiali destinate alla potabilizzazione. Tali criteri troveranno la loro estesa trattazione prima nel decreto del Presidente della Repubblica n. 515/1982 e successivamente nel decreto legislativo 152/2006, mentre varie norme tecniche confluiranno nel decreto del 26 marzo 1991 (*Norme tecniche di prima applicazione del DPR 236/1988*).

Quello che appare di maggiore interesse è il capitolo relativo alle "Indagini analitiche particolari". In questo capitolo troviamo le basi del controllo di tipo chimico con parametri e relativi limiti che in parte sono validi ancora oggi; sono infatti riportate tabelle relative a "Sostanze tossiche: concentrazioni massime tollerabili nelle acque potabili" (tabella 1) e a "Sostanze chimiche la cui presenza nell'acqua potabile in quantità superiori alle concentrazioni limite sottoelencate può provocare inconvenienti" (tabella 2).

Tabella 1 - Tabella relativa alle sostanze tossiche riportata nella circolare n. 33 del 27 aprile 1977 del Ministero della Sanità: Sostanze tossiche: concentrazioni massime tollerabili nelle acque potabili.

Parametro	Concentrazione limite mg/l
Arsenico (As)	0,05
Bario (Ba)	1
Cadmio (Cd)	0,01
Cianuri (CN ⁻)	0,05
Cromo (Cr 6)	0,05
Piombo (Pb)	0,05
Selenio (Se)	0,01

	ANNO 1966	ANNO 1967	ANNO 1968
pH.....	7,2	7,7	7,9
Durezza totale *P.....	13	13	13,5
Alcalinità totale (espressa in CaCO ₃) mg/l.....	140	135	130
Alcalinità (espressa in CaCO ₃).....	165	140	131
Residuo rosso a 180°C.....	153	150	150
Residuo bianco a 300°C.....	05	-	00
NO ₂	nessuno	nessuno	nessuno
NO ₃	nessuno	nessuno	nessuno
NO ₂ +NO ₃	3	2	3
Fe.....	10,4	11	8,7
Cloro organico (a.c. Tabell.).....	4,1	5,2	6,8
SO ₄	7,2	7,5	1,25
SO ₄	nessuno	nessuno	nessuno

	ANNO 1969	ANNO 1970	ANNO 1971	ANNO 1972
pH.....	7,9	8	7,9	7,9
Durezza totale.....	13,5	13*	12*	13*
Alcalinità totale.....	134	120	119	126
Alcalinità.....	130	126	122	125
Residuo a 180°C.....	153	154	135	134
Residuo a 300°C.....	01	02	03	01
NO ₂	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno
NO ₃	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno
NO ₂ +NO ₃	3	3	2,6	2,6
Fe.....	10,2	10,3	9	16
Cloro organico.....	7,3	7,4	7,3	4,8
SO ₄	1,1	0,9	1,2	1
SO ₄	nessuno	nessuno	nessuno	nessuno

Figura 14 - Analisi chimiche degli anni '60 - '70 finalizzate alla valutazione della potabilità chimica dell'acquedotto di Brugnato (Genova)

Tabella 2 - Tabella riportata nella circolare n. 33 del 27 aprile 1977 del Ministero della Sanità: Sostanze chimiche la cui presenza in quantità superiori alle concentrazioni limite sottoelencate può provocare inconvenienti.

Parametro	Concentrazione limite mg/l
Ferro (Fe)	0,2
Magnesio (Mg)	50
Manganese (Mn)	0,5*
Rame (Cu)	0,1
Zinco (Zn)	5
Cloruri (Cl ⁻)	250
Fluoruri (F ⁻)	1
Nitrati (NO ₃ ⁻)	50
Solfati (SO ₄ ⁻)	250
Detergenti (ABS)	0,3
Composti fenolici (fenolo)	0,001
Estratto cloroformico su carbone (Inquinanti organici)	0,2

*È probabile che per il manganese sia stato commesso un errore di trascrizione sulla circolare: in realtà il valore avrebbe dovuto essere 0,05 mg/l (attuale valore limite), in quanto sono ben noti gli effetti di alterazione dei caratteri organolettici quando si hanno fenomeni di precipitazione di questo metallo che, in relazione alle caratteristiche chimico-fisiche delle acque, possono iniziare a manifestarsi per concentrazioni superiori a 0,05 mg/L.

Delle arie, delle acque e dei luoghi: temi storici

La circolare prende in considerazione altri possibili contaminanti delle acque: «Oltre queste sostanze ve ne sono altre, come il mercurio, vanadio, molibdeno, argento, ecc, la cui presenza deve essere attentamente controllata a causa della loro tossicità». Tuttavia, in assenza di relativi valori limite, sarebbe stato difficile valutare il significato della loro eventuale presenza. In anni successivi, gli adeguamenti di legge hanno prodotto tabelle che includono valori limite per mercurio e vanadio. Comunque, con la circolare n. 33/77 sono normati i metalli tossici e altri parametri che possono avere gravi influenze sulla salute umana, come gli idrocarburi policiclici aromatici. In relazione a questi ultimi è riportato: «Per queste sostanze si propone di limitare la ricerca e il dosaggio a 6 composti più significativi (fluorantene, benzo 3,4 fluorantene, benzo 11, 12 fluorantene, benzo 3,4 pirene, benzo 1,12 perilene, indeno 1, 2, 3-cd pirene) i quali sono i più facili da ricercare e possono essere considerati come rappresentativi del gruppo. La ricerca sistematica di dette sostanze non è necessaria nelle acque di origine profonda, mentre si reputa opportuna per le

acque superficiali anche se sono sottoposte a trattamento di potabilizzante; comunque la concentrazione non deve essere superiore a 0,2 µg/l».

Nella circolare 33/1977 è riportato il riferimento ai pesticidi, definiti nella legislazione successiva antiparassitari, l'altra estesa classe di contaminanti che sarà oggetto di grande impegno analitico da parte dei laboratori di controllo e motivo di complesse e talvolta contraddittorie iniziative per la definizione dei valori limite per alcuni di questi.

La circolare 33/1977, ormai nella seconda metà degli anni '70, mostra l'evoluzione dei controlli chimici delle acque potabili verso indagini su parametri diversi da quelli che per tanti decenni hanno costituito le basi per la definizione dei criteri di potabilità. Con questa circolare è comunque giunto il momento in cui si inizia ad allargare il campo analitico alle sostanze tossiche di tipo organico e inorganico, ed essa rappresenta comunque un cambiamento in parte già in atto, poiché in alcuni Laboratori di Igiene e Profilassi, già negli anni '70, si determinavano nelle acque potabili parametri diversi da quelli tradizionali, come metalli pesanti (oltre a ferro e manganese che, come visto precedentemente, erano oggetto di misura fino dalla seconda metà dell'800) ed eventuali sostanze di natura organica. Nel laboratorio di Firenze, nei vecchi registri della seconda metà degli anni '70, è talvolta riportata la ricerca di cadmio, cromo, piombo e zinco. Nella tabella 3, tratta da un lavoro sugli acquedotti di Pisa [22], si osserva che, assieme a parametri chimici e chimico-fisici tradizionali, che sono gli stessi di inizio secolo, compare l'analisi del boro e dell'arsenico, parametri individuati per studiare importanti criticità di un'area della provincia di Volterra (inquinamento di pozzi utilizzati per acqua potabile da boro derivante da attività industriale).

Nei laboratori pubblici di controllo, anche se nuove ricerche analitiche di sostanze diverse da quelle tradizionali

Figura 15 - Analisi chimica degli anni '70 presso il Laboratorio d'Igiene e Profilassi di Catania; assieme ai parametri tradizionali sono ricercati gli idrocarburi (Gentile concessione dott. Massimo Previtera

ANALISI CHIMICA	
N. del Reg.	E/351
Acqua prelevata da	dott. Francesco Palumbo
il	18.3.77
presso	sorgente Consolazione
In Comune di	Acicatena
frazione	
località	
presentata all'analisi il	18.3.77
Caratteri fisici ed organolettici: limpida, incolore, inodore, insapore	
Residuo fisso a 105° C. g.	per litro; a 180° C. per litro g.
	0,6888
Ammoniacale	mg.
	assente
Nitriti (espressi come NO ₂ -)	mg.
	assenti
Nitrati (espressi come NO ₃ -)	mg.
	75,21
Cloruri (espressi come Cl-)	mg.
	38,00
Solfati (espressi come SO ₄ -)	mg.
	1,20
Sostanze organiche in ossigeno consumato - sec. Kübel	mg.
	94,00
Alcalinità (HCl N/10 indic. metilarancio)	ml.
	0,00097
Conducibilità elettrica specifica	K _s in ohm ² cm ²
	35,4
Durezza totale in gradi francesi	°
	11,2
Durezza permanente in gradi francesi	°
	7,25
pH	
Esame spettrofotometrico I.R. negativo per la ricerca degli idrocarburi.	
OSSERVAZIONI	
L'acqua non presenta indici chimici d'inquinamento.	
Presenta, però, un contenuto salino, con relativa durezza totale, superiore al limite di concentrazione massima accettabile.	
Catania, 29.3.77	
L'ANALIZZATORE	
Dr. Alfio Magno	
Dr. Luigi Lipani	

Tabella 3 - Analisi chimica degli anni '70 presso il Laboratorio d'Igiene e Profilassi di Pisa. Assieme ai parametri tradizionali erano ricercati boro ed arsenico (Unità di misura ed espressione dei risultati sono quelli originali riportati nel testo)

Acquedotto del comune di Volterra		Acquedotto della Puretta			
Punto di prelievo		Pozzo n. 6	Pozzo n. 6	Pozzo n. 1	Pozzo n. 19
Data del prelievo		09/02/1972	21/05/1973	31/12/1973	28/04/1976
pH		-	-	-	7,5
Ammoniaca	NH ₃ mg/lit	tracce	presente	assente	assente
Nitriti	NO ₂ ⁻ mg/lit	assenti	abbondanti	assenti	assenti
Nitrati	NO ₃ ⁻ mg/L	24,3	66,0	66,9	2,2
Fosfati	H ₂ PO ₄ ⁻ mg/lit	-	-	assenti	0,1
Solfuri	H ₂ S mg/lit	-	-	assenti	-
Kubel	O ₂ mg/lit	-	-	-	-
Residuo fisso a 180 °C	mg/lit	-	-	440	-
Conducibilità a 25 °C	µS/cm	-	-	-	546,1
Alcalinità	cc HCl 1N/lit	4,2	-	4,2	4,4
Durezza	Gradi francesi	35,6	77,9	32,8	31,2
Calcio	Ca ⁺⁺ mg/lit	-	-	84,9	73,7
Magnesio	Mg ⁺⁺ mg/lit	-	-	28,2	31,1
Sodio + Potassio	Na ⁺ mg/lit	-	-	-	32,2
Ferro	Fe ⁺⁺ mg/lit	assente	-	assente	assente
Manganese	Mn ⁺⁺ mg/lit	assente	-	assente	assente
Solfati	SO ₄ ⁻ mg/lit	-	-	122,8	107,5
Cloruri	Cl ⁻ mg/lit	31,9	-	31,9	17,7
Bicarbonati	HCO ₃ ⁻ mg/lit	244	-	266,2	268,4
Silice	SiO ₂ mg/lit	-	-	-	-
Fluoruri	F ⁻ mg/lit	-	-	-	-
Boro	B mg/lit	1,45	63,12	1,81	0,45
Arsenico	As mg/lit	tracce	assente	0,014	assente

costituivano fatti episodici e sebbene ancora non si intravedesse un sostanziale cambiamento rispetto al passato, anche per l'assenza di specifica normativa (la circolare 33/1977 restava prevalentemente una linea guida), non pochi erano i segnali della necessità di un'evoluzione dei parametri di controllo delle acque potabili. Questa spinta al cambiamento "che viene dal basso" cresce progressivamente, tanto che su alcuni certificati analitici degli anni '70 (prima ancora dell'entrata in vigore nel 1988 del decreto del Presidente della Repubblica n. 236) si iniziano a trovare parametri certamente innovativi come la ricerca del cromo esavalente e dei composti organoalogenati divenuti contaminanti noti intorno alla metà degli anni '70, fino alla ricerca degli

idrocarburi mediante spettrofotometria in IR (Figura 15).

Per quanto riguarda gli aspetti batteriologici, la circolare 33/1977 indica, oltre a tutte le modalità di campionamento, la ricerca dei coliformi, coliformi fecali e streptococchi fecali; vengono inoltre riportate indicazioni sui relativi metodi di analisi, in parte ancora oggi valide.

Con l'istituzione del Servizio Sanitario Nazionale, legge n. 833 del 23 dicembre 1978, in riferimento alla risorsa idropotabile, si tende ad «assicurare condizioni e garanzie di salute uniformi per tutto il territorio nazionale, oltre all'uguaglianza dei cittadini nei confronti del servizio»; tuttavia, pur essendo già in vigore la circolare 33/1977, si stenta ad attuare un avanzato

Delle arie, delle acque e dei luoghi: temi storici

controllo delle acque potabili fino alla metà degli anni '80.

Nelle strutture pubbliche di controllo, costituite allora dai Laboratori di Igiene e Profilassi (che diverranno Presidi e Servizi Multizonali di Prevenzione nel 1980), per la maggior parte orientati in quegli anni al controllo degli alimenti, delle acque reflue e dell'igiene del lavoro, permane la mancanza di una cultura del controllo chimico delle acque potabili: era infatti il giudizio di potabilità prevalentemente delegato agli aspetti microbiologici. È un retaggio del passato, legato certamente alla memoria delle grandi epidemie, che trae origine anche da idee ben consolidate in anni non lontani; si legge infatti nella relazione di F. Provvedi [23], presentata in occasione del V Congresso dell'Associazione Nazionale dei Chimici dei Laboratori provinciali d'Igiene (Roma, 1958): «...l'esame chimico, prevalentemente indirizzato, come vogliono alcuni, alla ricerca di indici di inquinabilità, può indubbiamente fornire qualche utile indizio sull'origine più o meno superficiale e sulla natura di un eventuale inquinamento in atto, ma non può assumere, in questo senso, l'importanza determinante dell'esame batteriologico, rivelatore più sensibile e più preciso. L'analisi chimica può invece assumere un carattere di insostituibile utilità inquadrandosi nel complesso degli altri elementi atti a completare la "diagnosi"».

Occorrerà attendere l'entrata in vigore di normative con maggiore capacità cogente per dare il primo vero scossone che porterà verso moderni controlli delle acque.

La Direttiva della Comunità Economica Europea n. 80/778

La necessità di attuare un quadro evoluto in materia di acque potabili è ormai sentito a livello europeo tanto che il 30 agosto 1980 sulla Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee esce la Direttiva 80/778/CEE del Consiglio del 15 luglio 1980, concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, che costi-

tuisce il primo atto con cui sono fissate norme comuni europee in materia di controlli delle acque potabili. Con questa Direttiva sono finalmente stabiliti nuovi parametri di tipo chimico, chimico - fisico e microbiologico e più rigorosi valori di riferimento; viene inoltre fissato un elenco di parametri che rimarranno, nelle linee generali, quelli validi ancora oggi. I successivi interventi legislativi (Direttiva comunitaria 98/83/CE e in Italia conseguente decreto legislativo 2 febbraio 2001 n. 31) apporteranno varie modifiche sia ai parametri che alla tipologia dei controlli, ma la Direttiva 80/778/CEE resta la base fondativa con cui si iniziano i veri controlli delle acque potabili, da questa indicate "acque destinate al consumo umano" e così definite (articolo 2): «*per acque destinate al consumo umano ai sensi della presente Direttiva si intendono tutte le acque utilizzate a tal fine allo stato in cui si trovano o dopo trattamento, qualunque ne sia l'origine - sia che si tratti di acque fornite al consumo, sia che si tratti di acque utilizzate in un'impresa alimentare per la fabbricazione, il trattamento, la conservazione o l'immissione sul mercato di prodotti o sostanze destinate al consumo umano e che possono avere conseguenze sulla salubrità del prodotto alimentare finale*». Viene anche precisato il campo di applicazione nell'articolo 4: «1. la presente Direttiva non si applica: a) alle acque minerali naturali riconosciute o definite come tali dalle competenti autorità nazionali; b) alle acque medicinali riconosciute come tali dalle competenti autorità nazionali».

Il decreto del Presidente della Repubblica 3 luglio 1982, n. 515

Poco dopo l'uscita della Direttiva 80/778/CEE, in Italia viene emanato il decreto del Presidente della Repubblica 3 luglio 1982, n. 515, *Attuazione della Direttiva CEE n. 75/440 concernente la qualità delle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile*. Questo decreto costituisce la premessa per giungere ad una normativa nazionale delle acque potabili. Riporta infatti l'art 1: «*Il presen-*

te decreto ha per oggetto i requisiti di qualità delle acque dolci superficiali utilizzate o destinate ad essere utilizzate, dopo trattamenti appropriati, per l'approvvigionamento idrico - Attuazione della Direttiva CEE n. 75/440 potabile». Fino a quel momento, nel nostro paese non esisteva una disciplina specifica sulla qualità delle acque da destinare ad uso potabile. È importante l'attenzione che viene posta su esse per la loro maggiore vulnerabilità all'inquinamento rispetto alle acque sotterranee e per il diffuso impiego per l'approvvigionamento idrico di molte grandi città. Il monitoraggio delle acque superficiali doveva servire in quegli anni a stabilire il tipo di trattamento di potabilizzazione sulla base della qualità dell'acqua in ingresso nei vari impianti.

Il decreto n. 515/1982, viene completato con l'emanazione del decreto del Ministero della Sanità 15 febbraio 1983 che recepisce la Direttiva 79/869 "relativa ai metodi di misura, alla frequenza dei campionamenti e delle analisi delle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile negli Stati membri". Si tratta di uno dei primi decreti in cui compaiono le prestazioni dei metodi chimici di analisi che devono essere impiegati; nell'articolo 2, definizioni, viene riportato infatti "limite di rilevamento", "precisione" e "accuratezza". La richiesta di parametri di prestazione dei metodi di analisi costituirà negli anni seguenti un modo comune di presentare molti allegati tecnici alle normative relative alle acque e ad altre matrici (alimenti, qualità dell'aria e altro). Inoltre nell'allegato 1 del decreto 15 febbraio 1983 si osservano, per numerosi parametri, valori di accuratezza che tuttora possono essere validi, mentre i limiti di rilevamento, dopo circa 25 anni di evoluzione tecnologica degli strumenti di misura, sono scesi di vari ordini di grandezza. L'indicazione delle prestazioni dei metodi costituisce il vero salto che conduce il sistema dei controlli nell'era "moderna". Tuttavia, "limite di rilevamento", "precisione" e "accuratezza" non

erano elementi sconosciuti e mai applicati in precedenza: in pratica erano demandati alla sensibilità e alle attenzioni del singolo analista, perciò ben poco vi era di codificato, quindi di confrontabile e alla fine "spendibile" anche nel tempo. Nei decenni successivi, quando norme europee condurranno al lento e complesso processo di accreditamento dei laboratori di misura e di analisi con l'adozione di Sistemi Qualità, fino all'evoluzione dell'espressione dei risultati accompagnati dall'incertezza di misura, vedremo come tutto ciò determinerà un notevole arricchimento del "valore" informativo del dato stesso.

Il Decreto n. 515/1982 è stato formalmente abrogato da successivi interventi legislativi, in realtà inserito con poche modifiche prima nel decreto legislativo 11 maggio 1999 n. 152, poi nel decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 *Norme in materia ambientale*. Quest'ultimo decreto è ancora in fase di revisione, in quanto recentemente sono stati emanati due decreti correttivi (D.Lgs. 284/2006 e D.Lgs. 4/2008) che, tuttavia, non sembrano averne completato l'integrale revisione.

Dal DPCM 8 febbraio 1985 al DPR 24 maggio 1988, n. 236

Bisogna giungere al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 febbraio 1985 *Caratteristiche di qualità delle acque destinate al consumo umano* per trovare una prima normativa organica sulle acque potabili. Questo decreto, oltre a ricollegarsi all'articolo 248 del Regio decreto 27 luglio 1934, n. 1265, *Testo unico delle leggi sanitarie*, costituisce il recepimento della Direttiva n. 80/778/CEE del 15 luglio 1980, in precedenza citata.

Con il DPCM 8 febbraio 1985 sono fissati i requisiti di qualità delle acque destinate al consumo umano in modo uniforme per tutto il territorio nazionale secondo quanto previsto dall'art. 4 della Legge Istituzionale del Servizio Sanitario

Delle arie, delle acque e dei luoghi: temi storici

Figura 16 - Prima pagina della Gazzetta Ufficiale n. 152 del 30.6.1988 che riporta il decreto del Presidente della Repubblica del 24 maggio 1988 n. 236: in Italia è l'inizio di una nuova era per le acque potabili



Nazionale del 23 dicembre 1978 n. 833. Per la prima volta, per i controlli di tipo chimico e microbiologico, sono fissati parametri e limiti e stabilite frequenze delle analisi, tipologia e metodi analitici; tutto ciò non più su una circolare, ma su un decreto, quindi con effetto cogente. Tuttavia in questo decreto mancano normative e discipline gestionali, sanzionatorie e di tutela delle risorse idriche, principi che comunque erano ispirati dalla Direttiva 80/778/CEE. Successivamente, nel 1988, con l'entrata in vigore del decreto del Presidente della Repubblica del 24 maggio 1988 n. 236, in Italia inizia un moderno e razionale controllo delle acque destinate al consumo umano (figura 16).

Il DPR. 236/1988 è l'atto legislativo che dopo 8 anni recepisce la Direttiva 80/778/CEE. Con l'entrata in vigore di questo decreto, si assiste soprattutto, rispetto al passato, ad un notevole incremento del numero dei parametri oggetto di controllo. Anche se l'impostazione è la stessa di quella del DPCM 8 febbraio 1985, il DPR 236/1988 risulta più completo e articolato e di fatto rappresenta la vera norma di attuazione della Direttiva comunitaria e quindi non si limita solo a disciplinare gli aspetti sanitari, ma interviene anche sulla tutela delle risorse idriche destinate all'utilizzo come acque potabili (Fra le misure di salvaguardia si individuano definizioni e

criteri per le zone di tutela). In questo decreto sono inoltre ben definite le modalità e le competenze dei controlli sanitari ed ispettivi (articoli 11, 12 e 14) e istituito l'obbligo del controllo da parte dei gestori: «I soggetti gestori di impianti acquedottistici devono dotarsi di laboratori gestionali interni, anche in forma consortile, per il controllo dei servizi essenziali del ciclo dell'acqua». È interessante notare la comparsa del riferimento al ciclo dell'acqua, che fa intravedere una visione unitaria del "sistema acqua" che sarà ripresa durante tutta la successiva evoluzione legislativa.

Con l'entrata in vigore di questo decreto subentrano inoltre nuove considerazioni e nuovi obiettivi nel dimensionamento e nell'esercizio degli impianti di potabilizzazione rispetto al passato. Da questa normativa in poi, che fa tesoro dei risultati delle ricerche di igiene e tossicologia avvenute dall'immediato dopoguerra, vengono considerati problemi nuovi: in particolare, è presa in considerazione la protezione della salute umana non solo da eventuali contaminazioni chimiche o biologiche ma, per la prima volta vengono valutati i sottoprodotti del processo della stessa potabilizzazione; le sostanze formatesi possono, infatti, a determinate concentrazioni e in situazioni di prolungata ingestione, dare luogo a effetti negativi sulla salute umana.

Con il DPR 236/1988, viene stabilito nell'articolo 1, Principi generali, che: «Il presente decreto stabilisce i requisiti di qualità delle acque destinate al consumo umano, per la tutela della salute pubblica e per il miglioramento delle condizioni di vita ed introduce misure finalizzate a garantire la difesa delle risorse idriche». Quindi qualcosa di più dei requisiti di qualità delle acque. Nell'articolo 2 viene precisato il campo di applicazione: «Per acque destinate al consumo umano si intendono tutte le acque, qualunque ne sia l'origine, allo stato in cui si trovano o dopo trattamento, che siano:

- a) fornite al consumo;
- b) ovvero utilizzate da imprese alimentari mediante incorporazione o contatto per la fabbricazione, il trattamento, la conservazione, l'immissione sul mercato di prodotti e sostanze destinate al consumo umano e che possano avere conseguenze per la salubrità del prodotto alimentare finale.

Restano escluse dal campo di applicazione del presente decreto le acque minerali e termali».

I valori di riferimento sono le *concentrazioni massime ammissibili* (C.M.A.) e i valori guida. Le C.M.A. sono valori che indicano una “barriera” oltre la quale un’acqua non possiede i requisiti di idoneità al consumo umano. I *valori guida* costituiscono «*obiettivi al cui raggiungimento l’attività amministrativa deve tendere*»; questi valori, che sono sempre stati fonte di dubbi e di errate interpretazioni, sono stati abbandonati con l’evoluzione della legislazione.

È indispensabile ricordare lo stato dei controlli così come veniva indicato nel DPR 236/1988. Secondo tale decreto i requisiti di qualità delle acque destinate al consumo umano erano valutati sulla base dei valori e delle indicazioni relative a 56 parametri chimici e 6 biologici riportati nell’allegato I. Inoltre per la valutazione della qualità delle acque destinate al consumo umano, il DPR 236/1988 definiva la tipologia dei parametri e loro frequenza di controllo in funzione del numero di abitanti serviti e secondo quanto ritenuto necessario da parte delle autorità sanitarie competenti sulla base delle criticità ambientali che possono indurre contaminazioni particolari delle acque, siano queste legate ad attività umana o per cause naturali. L’entrata in vigore del DPR 236/1988 ha portato, tra l’altro, anche ad un notevole incremento della frequenza delle analisi determinando, anche sotto questo aspetto, un notevole salto di qualità rispetto al passato.

LA LEGISLAZIONE ATTUALE – CENNI

La legislazione attuale dovrebbe essere trattata a parte, in quanto molti e recenti atti legislativi hanno mutato profondamente il quadro dei controlli delle acque potabili. Approfondimenti estesi sulla normativa recente e su quella attualmente in vigore sono riportati nel lavoro di riferimento [1]; di seguito sono riportati, molto in breve, gli eventi normativi più significativi.

Agli inizi degli anni '90 il DPR 236/1988 è in piena attività e alcuni decreti emanati successivamente sono ben correlati a questo importante decreto. Fra questi, il D.M. 21 dicembre 1990, n. 443 - *Regolamento recante disposizioni tecniche concernenti apparecchiature per il trattamento domestico di acque potabili*, cerca di regolamentare, senza troppo successo, il proliferare delle apparecchiature di trattamento ad uso domestico delle acque potabili. Apparecchi diffusi fino in quegli anni e in crescita costante, spesso utilizzati in modo improprio, che hanno evidenziato i limiti dello stesso D.M. 443/1990. Questo decreto risulta ormai superato perché le apparecchiature di trattamento, oltre che nell’ambito domestico, sono usate oggi anche nei pubblici esercizi: per tale settore mancano disposizioni specifiche sia per l’approvazione delle apparecchiature che per la vigilanza igienico-sanitaria e la manutenzione; inoltre, sono in commercio tipologie di apparecchi che effettuano trattamenti sull’acqua non contemplati dal decreto. Al momento non sembra che la nuova normativa, le cui bozze sono state oggetto di revisione e interventi nelle Conferenze Stato – Regioni, sia prossima all’uscita; anzi sembra che abbia subito un arresto definitivo. Pur ritenendo l’impiego di queste apparecchiature efficace in certi casi (ad esempio per la rimozione degli odori o per trattamenti disinfezione), una nuova normativa dedicata a queste apparecchiature,

Delle arie, delle acque e dei luoghi: temi storici

in linea con le conoscenze attuali, potrebbe essere utile sia ai produttori che agli utilizzatori. Nel corso della vigilanza degli ultimi anni, si sono rese evidenti le alterazioni delle caratteristiche chimiche e chimico-fisiche che alcuni apparecchi possono provocare sull'acqua trattata. Si sono evidenziati, non raramente, casi di modifica della composizione con aumento di sodio, eccessiva diminuzione di calcio e del contenuto dei solidi disciolti, e talvolta variazioni del pH [24].

Nel 1991 esce il decreto ministeriale 26 marzo 1991, *Norme tecniche di prima attuazione del DPR. 24 maggio 1988, n. 236, relativo all'attuazione della Direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della L. 16 aprile 1987, n. 183*. Mentre il DPR 236/1988 cessa di avere efficacia con l'introduzione della nuova legislazione, questo decreto è ancora in vigore e costituisce un importante riferimento per tutti i soggetti che sono coinvolti nel sistema dei controlli e della distribuzione delle acque destinate al consumo umano. Esso va comunque letto e interpretato con le conoscenze attuali e sulla base dell'evoluzione normativa avvenuta negli anni successivi, anni che hanno visto molti interventi su questa materia. Questo decreto dettaglia le attività di controllo (art. 1) prevedendo rispettivi compiti fra Unità sanitarie locali, Presidi e Servizi multizonali (questi ultimi sostituiti dalle Agenzie ambientali), soggetti gestori di acquedotti. Prevede che le Regioni possano elaborare programmi integrativi per la vigilanza e il controllo delle acque destinate al consumo umano; prevede inoltre la mappatura degli impianti di acquedotto (art. 2) e disciplina i controlli sanitari (art. 3). In una lunga serie di allegati tecnici si affronta il tema dei controlli delle caratteristiche degli impianti di attingimento, impianti di trasporto, raccolta e distribuzione, riferimenti alle modalità di prelievo e trasporto dei campioni, tipologia dei controlli delle caratteristiche di qualità

dell'acqua alla captazione, dei trattamenti effettuati e dell'acqua in distribuzione. Degno di nota è l'allegato IV, Procedure operative, in cui sono riportate due tavole sinottiche con cui si chiariscono le competenze e i flussi informativi in ambito locale. Sono successivamente dettagliati con precisione compiti e responsabilità dei gestori di impianto (allegato V) e infine gli aspetti relativi al giudizio di qualità e idoneità d'uso (allegato VI).

Nella prima metà degli anni '90 viene emanata la legge 5 gennaio 1994, n. 36 Disposizioni in materia di risorse idriche, meglio conosciuta come legge Galli. Secondo alcuni esperti, questa legge resta un prodotto affrettato in quanto si è sottovalutata l'esperienza necessaria per redigere disegni di legge di tale portata: a livello internazionale si è speso moltissimo tempo per legiferare su temi simili. Tuttavia la legge Galli ha subito varie correzioni e ha consentito di ridurre le 6 - 7.000 gestioni degli acquedotti a circa 200, costituendo quindi in Italia un passaggio epocale. Questa legge, con un percorso ancora non concluso, sta determinando una profonda riorganizzazione del sistema idrico nel nostro paese e pone l'acqua potabile al centro del sistema delle acque; riporta infatti l'articolo 1. "Tutela e uso delle risorse idriche":

- «1. Tutte le acque superficiali e sotterranee, ancorché non estratte dal sottosuolo, sono pubbliche e costituiscono una risorsa che è salvaguardata ed utilizzata secondo criteri di solidarietà.
2. Qualsiasi uso delle acque è effettuato salvaguardando le aspettative ed i diritti delle generazioni future a fruire di un integro patrimonio ambientale.
3. Gli usi delle acque sono indirizzati al risparmio e al rinnovo delle risorse per non pregiudicare il patrimonio idrico, la vivibilità dell'ambiente, l'agricoltura, la fauna e la flora acquatiche, i processi geomorfologici e gli equilibri ideologici».

Art 2. "Usi delle acque": «L'uso dell'acqua per il consumo umano è prioritario rispetto agli altri usi del medesimo

corpo idrico superficiale o sotterraneo. Gli altri usi sono ammessi quando la risorsa è sufficiente e a condizione che non ledano la qualità dell'acqua per il consumo umano».

Questa legge è stata abrogata e in parte riportata nel D.Lgs. 152/2006 precedentemente citato.

La legislazione delle acque potabili in vigore: il Decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31

Dal 1988 ad oggi sono trascorsi molti anni: resta evidente l'importanza che il DPR 236/1988 ha avuto non solo sulla tutela della salute pubblica attraverso la fornitura di acqua di migliore qualità rispetto al passato, ma anche sul piano della salvaguardia della risorsa idrica. Sulla base dell'evoluzione delle conoscenze scientifiche, era indispensabile arrivare, dopo oltre un decennio, alla revisione della legislazione in corso; questo processo ha trovato attuazione con l'entrata in vigore del D.Lgs. del 2 febbraio 2001, n. 31, seguito dalle integrazioni riportate nel D.Lgs. 2 febbraio 2002, n. 27, con cui viene recepita la Direttiva comunitaria 98/83/CE.

Rispetto al DPR 236/1988, nel nuovo decreto vi è un maggiore orientamento verso il controllo delle sostanze tossiche con la conseguente modifica di una parte dei parametri chimici cui deve conformarsi la qualità delle acque potabili. Minori interventi rispetto al passato sono avvenuti sui parametri di tipo microbiologico. Con il nuovo decreto viene evidenziato un maggiore livello di precauzione basato sull'acquisizione di nuove evidenze tossicologiche, mantenendo l'invito a indagare sulla presenza di sostanze non esplicitamente riportate; si osserva inoltre che per alcuni parametri (ad esempio, triometani), il legislatore italiano ha ritenuto di adottare limiti più severi di quelli riportati nella Direttiva 98/83/CE. Per la qualità delle acque potabili, si fa riferimento alle parti A, B e C dell'allegato I; non si usa più il termi-

ne *concentrazione massima ammissibile*, ma *valore di parametro*, superato il quale occorre provvedere con degli interventi. A differenza del passato, quando al superamento della C.M.A., indipendentemente dall'entità di tale superamento e dalla natura del parametro, troppo spesso si rispondeva da parte delle autorità sanitarie con il divieto d'uso fino al ripristino della conformità, oggi viene fortemente raccomandato un differente approccio. L'articolo 10 del D.Lgs. 27/2002 è esplicito in questo senso: «...nel caso in cui le acque destinate al consumo umano non corrispondono ai valori di parametro fissati a norma dell'allegato I, l'azienda unità sanitaria locale interessata, comunica al gestore l'avvenuto superamento e, effettuate le valutazioni del caso, propone al sindaco l'adozione degli eventuali provvedimenti cautelativi a tutela della salute pubblica, tenuto conto dell'entità del superamento del valore di parametro pertinente e dei potenziali rischi per la salute umana nonché dei rischi che potrebbero derivare da un'interruzione dell'approvvigionamento o da una limitazione di uso delle acque erogate». Poiché, ad esempio, la presenza in un'acqua di acquedotto di 80 µg/l di manganese, pur superiore al valore di parametro, non determina lo stesso rischio sanitario che possono indurre 5 µg/l di benzene, si dovrebbe quindi riflettere su questa differenza e intervenire di conseguenza scegliendo idonei interventi.

Anche questo decreto, come il precedente DPR 236/1988, deve poi rapportarsi alle varie realtà territoriali, dato che consente che alcuni degli obiettivi di qualità possano essere raggiunti in tempi successivi alla sua entrata in vigore, in quanto, in seguito all'abbassamento dei valori limite di alcuni parametri (ad esempio, arsenico da 50 a 10 µg/l), non è possibile in tempi brevi disporre di risorse idriche che possano soddisfare tali requisiti o attivare adeguati impianti di trattamento. Problemi, questi, non esclusivi del nostro Paese. Anche l'introduzione di nuovi parametri (ad esempio: clorito) e l'assegnazione di nuovi valori limite



Figura 17
La particolare
litologia vulcanica
dell'Etna determina
un arricchimento
in vanadio di gran
parte delle relative
acque sotterranee;
per queste acque
è in vigore la deroga
per il vanadio
fino 160 µg/l

(ad esempio: boro) non hanno conseguentemente reso possibile l'immediato rispetto dei relativi valori limite. Nella realtà italiana, dove vi sono diffuse formazioni di natura vulcanica e manifestazioni geotermiche, sono frequenti arricchimenti delle acque sotterranee in arsenico, boro, vanadio e altri elementi. È noto l'arricchimento in vanadio delle acque sotterranee dell'Etna [25] che ha determinato la deroga per questo parametro fino a 160 µg/l (valore parametrico 50 µg/l) (figura 17), mentre in Toscana la presenza di arsenico nell'area vulcanica dell'Amiata [26] impone la deroga per l'arsenico (deroga fino a 50 µg/l - valore parametrico 10 µg/l). I parametri sottoposti a deroga sono anche quelli connessi ai processi di potabilizzazione: ad esempio, per alcuni acquedotti in Toscana, Puglia e Lazio il parametro trihalometani totali è derogato fino a 80 µg/l (valore parametrico 30 µg/l) e il clorito fino a 1,3 (valore parametrico 0,7 mg/l). Numerose deroghe sono in vigore anche in altre regioni, tra cui Campania, Emilia-Romagna, Piemonte e Sardegna, in relazione ai parametri connessi alle peculiari caratteristiche naturali delle acque utilizzate e alle sostanze prodotte dai processi di potabilizzazione.

La "storia" delle deroghe è importante perché evidenzia pesanti criticità delle acque potabili che devono essere risolte in tempi brevi, tuttavia è una storia che viene da lontano poiché le difficoltà di adeguamento ai valori limite erano ben

note dal momento in cui nuove e differenti sostanze vennero introdotte per la valutazione dei criteri di qualità delle acque destinate al consumo umano: già nella Direttiva CEE 80/778, veniva presa in considerazione la possibilità di derogare alle concentrazioni massime ammissibili di certe sostanze.

La legislazione del futuro

La Direttiva comunitaria 98/83/CE è in fase di revisione e fra non molto sarà emanata una nuova direttiva.

Se si osserva la legislazione attuale sulle acque destinate al consumo umano nel nostro Paese e si fa un paragone con il passato, si riscontra un impianto veramente moderno, ma allo stesso tempo il numero dei parametri di controllo sembra ormai insufficiente di fronte a nuovi inquinanti che sono giunti sulla scena. Per la microbiologia è possibile che la normativa futura prenda in maggiore considerazione la possibile presenza di *Giardia* e *Cryptosporidium* nelle acque e individui un valore parametrico per le cianotossine, mentre fra le sostanze chimiche occorre tenere conto degli interferenti o distruttori endocrini (*Endocrine Disruptors*)¹¹, che da tempo si sono diffusi nell'ambiente. Le indagini fino ad oggi realizzate in relazione all'esposizione della popolazione ai distruttori endocrini indicano che nel nostro Paese le concentrazioni di tali sostanze nelle acque superficiali e sotterranee sono molto basse, ma allo stesso tempo è evidente l'incompletezza e la scarsità di dati per le acque destinate al consumo umano [27]. La Direttiva 98/83/CE affrontava questo tema con le conoscenze che risalgono ad oltre un decennio fa: «Considerando che, pur non esistendo attualmente sufficienti certezze su cui basarsi per fissare valori parametrici a livello comunitario per i prodotti chimici nocivi per il sistema endocrino, è sempre più forte la preoccupazione per il potenziale impatto sugli esseri umani e sulla fauna e flora selvatiche di sostanze nocive alla salute» (Punto 15, considerazioni iniziali).

Se già si percepiscono i limiti della legislazione attuale in materia di acque potabili, anche per la grande mole di informazioni che oggi è disponibile in campo sanitario e ambientale, non bisogna comunque dimenticare il grande salto di qualità che si è fatto nei recenti decenni nel controllo di queste acque. Dall'inizio degli anni '70 è progressivamente cresciuta una profonda sensibilità sul "sistema acque" che ha determinato la realizzazione di importanti strumenti giuridici di intervento a livello europeo che hanno influito anche nel controllo dell'ambiente: in varie direttive in tema di acque si dà risalto all'impiego di queste come uso prioritario ai fini potabili e conseguentemente si individuano azioni di controllo sul territorio per diminuire le pressioni su questa matrice.

L'evoluzione delle conoscenze sulle acque potabili e, soprattutto sulla matrice acqua in genere, ha prodotto nuove esigenze negli aspetti tecnici dei controlli con la necessità di dotazione di strumentazioni analitiche sempre più avanzate, ma anche con la formazione di personale ad elevata specializzazione. Di fronte a tali complessità, è indubbio che il modello di laboratori pubblici fino a qualche anno fa presente in molte Regioni su scala provinciale con competenze onnicomprensive sulle varie matrici ambientali e sanitarie non è più sostenibile; fra queste, l'acqua, per la numerosità dei parametri e per i livelli di prestazione richiesti dai metodi che devono essere impiegati, costituisce una matrice fra quelle più esigenti. La necessità di rivelare sostanze poco conosciute e in concentrazioni estremamente basse impone l'adozione di metodi analitici di maggiore impegno in termini di personale e di apparecchiature: ciò sta orientando verso l'allestimento di

laboratori di riferimento ad elevata specializzazione.

Infine, scelte e idee che sembrano talvolta indirizzare verso una diminuzione dei controlli da parte delle strutture pubbliche, come alcuni orientamenti politici sembrano proporre e come sembra emergere in qualche realtà, possono ridurre il sistema dei controlli delle acque ad una mera serie di autocontrolli eseguiti dagli enti gestori o, peggio ancora, con delega a strutture private di analisi.

Nella speranza che questi orientamenti non trovino una loro realizzazione, in alcuni casi è reale la frammentazione del controllo delle acque destinate al consumo umano fra differenti strutture pubbliche come avviene in alcune realtà regionali (le analisi microbiologiche presso i laboratori di Sanità pubblica, le analisi chimiche presso le Agenzie ambientali). Questo modo di operare dimostra quanta strada ci sia ancora da percorrere per ricondurre il sistema in un'ottica che non sia quella dei particolarismi e delle politiche legate a situazioni locali che non tengono conto che tutta la storia del controllo delle acque potabili è centrata sulle conoscenze congiunte di chimica e microbiologia. Da oltre un secolo si è agito correlando gli aspetti chimici a quelli microbiologici; la separazione delle due tipologie analitiche, laddove così si è operato (non essendo al momento un'operazione condotta su tutto il territorio nazionale), ha certamente costituito un incomprensibile passo indietro nel sistema dei controlli.

Di fatto, l'onda lunga di questo ritardo culturale continua a determinare effetti negativi con ulteriori e rinnovati tentativi di separazione fra "matrici ambientali" (le acque reflue, le acque sotterranee e superficiali non di uso potabile) e "matri-

¹¹ I distruttori endocrini sono prevalentemente: ormoni naturali e sostanze prodotte da specie viventi, sostanze chimiche naturali (fitoestrogeni), farmaci con effetti ormonali (pillole contraccettive, farmaci per il trattamento delle neoplasie), composti di sintesi e sostanze chimiche industriali: policlorobifenili, diossine, alchilfenoli, pesticidi clorurati. Fra le decine di migliaia di sostanze utilizzate nell'attività umana e quindi diffuse nell'ambiente, recenti studi indicano che almeno 600 di queste sarebbero possibili distruttori endocrini.

Delle arie, delle acque e dei luoghi: temi storici

ci sanitarie” (acque potabili, acque destinate alla potabilizzazione e acque di altre tipologie connesse ad aspetti igienico-sanitari). Se questa operazione sarà condotta, andrà ripensato tutto il sistema dei controlli delle acque potabili e di tutte quelle correlate, ma resterà comunque una frammentazione poco giustificabile, almeno dal punto di vista della funzionalità dei controlli.

In attesa di cambiamenti che appaiono dettati dalle spinte più eterogenee e che sempre meno sembrano tenere conto dell'interesse comune, al momento è necessario che le strutture pubbliche di controllo, in particolare le Agenzie ambientali, che dispongono delle migliori conoscenze sulle matrici ambientali e hanno quindi la possibilità di mettere in relazione i controlli alle pressioni sul territorio, insieme alle Aziende unità sanitarie locali, diventino soggetti capaci di gestire congiuntamente i numerosi dati di cui si dispone per razionalizzare i controlli in relazione alle conoscenze ambientali. La legislazione del futuro sarà, infatti, anche quella che dovrà ottimizzare le risorse disponibili per i controlli in termini di efficienza. Le analisi delle acque “a tutto campo”, originate da richieste di moltissimi parametri, costose e necessariamente con tempi non brevi di risposta, sono prodotti inutili che sempre meno ogni struttura pubblica di controllo può permettersi. Questi fenomeni sono imputabili anche ad alcuni decreti¹² talvolta non al passo con i tempi, decreti che a loro volta possono derivare da direttive europee non aggiornate.

Ogni analisi inutile cancella l'esecuzione di un'analisi utile. Nei decreti e negli orientamenti legislativi attuali, nelle linee guida delle Regioni, ci sono spazi per realizzare i migliori prodotti in questo senso: occorre che i molti soggetti

coinvolti, dai laboratori pubblici di controllo a quelli degli enti gestori, lavorino con un elevato spirito di collaborazione. Laddove queste esperienze sono state messe a frutto, i risultati che portano verso tempi nuovi in fatto di controlli sono evidenti.

Bibliografia

1. Mantelli F. & G. Temporelli, *L'acqua nella storia*, Fondazione AMGA onlus, Franco Angeli editore, 2007.
2. Altamore G., *L'acqua nella storia. Dai Sumeri alla battaglia per l'oro blu*, Sugarco edizioni, Milano 2008.
3. Montanari M., in Teti V., *Storia dell'acqua - Mondi materiali e universi simbolici*, Donzelli ed., Roma, 2003.
4. Ottati D., *L'acquedotto di Firenze dal 1860 ad oggi*. Nuove edizioni Enrico Vallecchi, Firenze 1983.
5. Neri F., *Acqua potabile - Ricerca, raccolta, distribuzione*, Unione Tipografico-Editrice Torinese, 1930.
6. Canaperia G. A., Garaci C., *Lo stato dell'approvvigionamento idrico in Italia*, Annali della sanità Pubblica, Vol. XI, 1950.
7. Bruno N., *Monografia sull'acquedotto De Ferrari - Galliera*, Stabilimento Bontempelli, Genova, 1892.
8. Pagliani L., *Trattato di Igiene e di Sanità Pubblica*, vol. 1 Dei terreni e delle acque, Vallardi, Milano, 1913.
9. Temporelli G. & Porro R., *La radiazione UV nel trattamento delle acque destinate al consumo umano*, Fondazione AMGA onlus. Franco Angeli editore, 2005.
10. Roster G., *Dei Criteri per giudicare la potabilità di un'acqua*, *Ingegneria sanitaria*, n. 3, pg. 44-48, 1893.
11. Roster G., *Dei Criteri per giudicare la potabilità di un'acqua*, *Ingegneria sanitaria*, n. 4, pg. 73-76, 1893.
12. Celli A., *Manuale dell'Igienista*, Vol. I e II, Torino, 1906.

¹² Ad esempio, il D.Lgs. 152/2006, per il monitoraggio delle acque superficiali destinate alla potabilizzazione, riporta parametri che non sono oggetto di controllo nelle stesse acque potabilizzate (ad esempio, bario, fosfati, tensioattivi, zinco ed altri) e costituisce un mancato aggiornamento delle relative tabelle di almeno 25 anni.

13. Puntoni V., Batteriologia delle acque minerali dal Trattato di idroclimatologia clinica di Messini M., Ed. Cappelli, I, 7, pg: 463-469, 1950.
14. AA.VV. - Municipio di Pisa - Studio delle acque profonde della valle del Serchio presso Ripafratta da derivarsi con pozzi nel territorio di Filettole per alimento di nuovi acquedotti per le città di Livorno e Pisa, Pisa, tipografia municipale, 1911.
15. Ruata G. Q., Trattato di Igiene per gli ingeneri, volume primo. Ulrico Hoepli, Milano, 1916.
16. De' Conno E., Trattato pratico di Chimica bromatologica, Editrice L.U.C.E.T, Napoli, 1931- A.IX.
17. Ottolenghi D., Trattato di Igiene, Casa editrice Vallardi, Milano, 1933.
18. Abba F., Manuale pratico di Igiene e di vigilanza sanitaria, Unione tipografico - Editrice torinese, Torino, 1936.
19. AA.VV. Sindacato Nazionale Fascista Ingegneri - Reggenza Nazionale Gruppi Acquedotti e Fognature, Criteri di potabilità e norme di potabilizzazione delle acque. Arti Grafiche Bertarelli S. A. Milano-Roma 1936 - XV.
20. Morestori V., Pagani A., Evoluzione del quadro legislativo in ordine alla gestione della risorsa idro-potabile, Linee guida per la qualità dell'acqua potabile 1993. Raccomandazioni. Vers. Italiana, Funari E., Attias L., Bottoni P. (a cura di), Pitagora Editrice, Bologna, 1996.
21. Conte M., Problemi di attualità circa la disciplina giuridica delle acque pubbliche, Rassegna giuridica dell'Enel, 1970.
22. Salutini A., Gli acquedotti della provincia di Pisa. Edizione a cura dell'Amministrazione Provinciale di Pisa, 1980.
23. Provvedi F., L'opera, i compiti e le possibilità dei Laboratori Chimici Provinciali, Boll. Lab. Chim. Prov. li, anno IX, n. 1, 54-75, 1958.
24. Calà P., Mantelli F., Evoluzione della normativa tecnica per il trattamento delle acque potabili, Ecomondo 2006, Atti dei Seminari, volume 2°, pagg. 29-33, Maggioli Ed. (RN), 2006.
25. Previtera D., La presenza di vanadio nelle acque destinate al consumo umano dell'area catanese, Boll. Chim. Igien., 53, 309-326, 2002.
26. Mantelli F., Cavalieri S., Calmieri R., L'arsenico nelle acque in Toscana - Presenza e diffusione dell'arsenico nel sottosuolo e nelle risorse idriche italiane, I quaderni di Arpa, Linea editoriale di Arpa, Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente dell'Emilia Romagna, 79-95, 2005.
27. AA.VV., Stato dell'arte sulla presenza nelle acque destinate al consumo umano di sostanze denominate "Endocrine Disruptors", Fondazione AMGA, 2006.