

**Francesco Mantelli**

Versione 20 ago 2002

*Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT) – Dipartimento provinciale di Firenze  
Via Ponte alle Mosse, 211 – 50144 Firenze. Tel 3206203-6207.*

### ***Presenza di arsenico nelle acque distribuite al consumo umano in Toscana***

Sintesi e modifiche da: Mantelli F., A. Salutini, A. Grilli Cicloni, P. Bucci, S. Carrozzino M. Iozzelli et al. - *Presenza di arsenico nelle acque di acquedotto e nelle fonti di approvvigionamento idrico in Toscana*. Atti del 3° Convegno Nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee per il III millennio. Parma13/15 ottobre1999, in: Quaderni di geologia applicata, Vol. 2, pp. 271-281, Pitagora Editrice, Bologna.

L'arsenico costituisce attualmente un contaminante delle acque diffuso in numerose aree della Terra. Per i suoi effetti negativi sulla salute umana, si dispone di dettagliate indagini sulle acque utilizzate a scopo potabile in molte zone della Terra.

Numerosi sono i territori dove si rileva arsenico nelle acque in concentrazioni elevate; fra questi si ricorda: la regione del Bengala occidentale (India); i dintorni di Fairbanks (Alaska); alcune zone di Taiwan e della Mongolia; la regione Lagunera (Messico); la provincia di Antofagasta (Cile); la regione di Obuasi (Ghana); le provincie di Cordoba e Catamarca (Argentina) (Turner, 1967; Sobic, 1973; Harrington et al., 1978; Mantelli & Scala, 1994; Sancha et al., 1994; Chen et al., 1995; Pearce, 1995). Particolarmente grave appare la situazione nel West Bengala (India), dove una popolazione di 1,5 milioni di persone è interessata dall'uso di acque contaminate da arsenico, con concentrazioni medie intorno a 200 µg/L; la presenza di arsenico in quelle acque è imputabile principalmente a rilasci di origine naturale (Mandal et al., 1998).

Dati relativi ai valori di arsenico nel nostro Paese, frequentemente superiori a 50 µg/L, attuale concentrazione massima ammissibile stabilita dal DPR 236/88 (comunque in via di sostituzione dal valore più restrittivo di 10 µg/L con la prossima entrata in vigore del Decreto Lgs. 2 febbraio 2001, n. 31, concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano), sono disponibili sulle acque sotterranee di molti comuni dell'Emilia e Lombardia (Zavatti et al., 1995), in comuni del Mediobrenta (Veneto) (Baldantoni e Ferronato, 1996), in alcuni comuni della provincia di Mantova (Prandi, 1998), in acque di sorgente e in laghi del Lazio settentrionale e nelle acque sotterranee dei Campi Flegrei (Napoli) (dall'Aglio, 1995).

Dalla maggior parte di queste indagini emerge che la presenza dell'arsenico è legata a processi naturali di cessione dei minerali presenti negli acquiferi. In Italia manca ancora una raccolta sistematica delle informazioni sullo stato delle acque utilizzate come approvvigionamento per usi potabili e su quelle distribuite in rete in relazione alla presenza di arsenico.

La presenza di arsenico in Toscana è prevalentemente imputabile a manifestazioni geotermiche e ad alterazione dei solfuri di ferro (pirite accompagnata da arsenopirite) che costituiscono mineralizzazioni accessorie delle rocce costituenti gli acquiferi da cui vengono estratte le acque.

Dai dati ricavati nel controllo di tipo chimico per le acque destinate al consumo umano nel corso della seconda metà degli anni 90 si è ricavata la tabella 1. E' molto probabile che tali dati siano, almeno parzialmente, da aggiornare in seguito agli interventi che gli enti gestori stanno effettuando per abbassare le concentrazioni dell'arsenico nelle acque in rete. Da una rapida scorsa dei valori massimi, si osserva che in alcune province le concentrazioni di arsenico in tali acque sono piuttosto elevate, anche se soddisfacenti l'attuale limite di legge.

<b>Provincia</b>	<b>Periodo di controllo</b>	<b>Tipologia</b>	<b>n° dati</b>	<b>Val. minimo</b>	<b>Val. mediano</b>	<b>Val. massimo</b>
<b>Arezzo</b>	<b>1999</b>	<b>pozzo e superficiale</b>	<b>16</b>	<b>&lt;3</b>	<b>&lt;3</b>	<b>&lt;3</b>
<b>Firenze</b>	<b>1998-1999</b>	<b>pozzo e superficiale</b>	<b>113</b>	<b>&lt;3</b>	<b>&lt;3</b>	<b>&lt;3</b>
<b>Grosseto</b>	<b>1999</b>	<b>pozzo e sorgente</b>	<b>33</b>	<b>&lt;1</b>	<b>&lt;1</b>	<b>4</b>
<b>Livorno</b>	<b>1997-1999</b>	<b>pozzo</b>	<b>10</b>	<b>&lt;2</b>	<b>&lt;2</b>	<b>&lt;2</b>
<b>Livorno (Piombino)</b>		<b>sorgente</b>	<b>24</b>	<b>&lt;1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
		<b>pozzo</b>	<b>71</b>	<b>&lt;1</b>	<b>6</b>	<b>12</b>
<b>Lucca</b>	<b>1994-1998</b>	<b>pozzo</b>	<b>15</b>	<b>&lt;1</b>	<b>&lt;1</b>	<b>&lt;1</b>
<b>Massa Carrara</b>	<b>1994-1998</b>	<b>sorgente</b>	<b>48</b>	<b>&lt;5</b>	<b>&lt;5</b>	<b>&lt;5</b>
		<b>pozzo</b>	<b>1</b>	<b>&lt;5</b>	<b>&lt;5</b>	<b>&lt;5</b>
		<b>superficiale</b>	<b>1</b>	<b>&lt;5</b>	<b>&lt;5</b>	<b>&lt;5</b>
<b>Pisa</b>	<b>1994-1998</b>	<b>sorgente</b>	<b>74</b>	<b>&lt;1</b>	<b>30</b>	<b>50</b>
		<b>pozzo</b>	<b>49</b>	<b>&lt;1</b>	<b>5</b>	<b>43</b>
<b>Pistoia</b>	<b>1998</b>	<b>pozzo</b>	<b>10</b>	<b>&lt;3</b>	<b>&lt;3</b>	<b>&lt;3</b>
<b>Prato</b>	<b>1998</b>	<b>pozzo</b>	<b>10</b>	<b>&lt;2</b>	<b>&lt;2</b>	<b>&lt;2</b>
<b>Siena</b>	<b>1997-1999</b>	<b>pozzo e sorgente</b>	<b>59</b>	<b>&lt;10</b>	<b>&lt;10</b>	<b>40</b>

Tabella 1- Arsenico nelle reti di distribuzione di acqua potabile nelle province della Toscana – Concentrazioni in µg/L; si osservano differenti limiti di rivelabilità in funzione delle diverse tecniche analitiche impiegate. --- Dati relativi al 1999: in parte da aggiornare -----

Nelle fonti di approvvigionamento utilizzate per la produzione di acqua potabile si riscontrano ovviamente concentrazioni maggiori; le varie miscele con acque a contenuto più basso di arsenico consentono di disporre di acque in rete con valori inferiori a 50 µg/L (Tabella 2).

<b>Provincia</b>	<b>Periodo di controllo</b>	<b>Tipologia</b>	<b>n° dati</b>	<b>Val. minimo</b>	<b>Val. mediano</b>	<b>Val. massimo</b>
<b>Arezzo</b>	<b>1999</b>	<b>pozzo e superficiale</b>	<b>16</b>	<b>&lt;3</b>	<b>&lt;3</b>	<b>&lt;3</b>
<b>Firenze</b>	<b>1997-1999</b>	<b>sorgente</b>	<b>30</b>	<b>&lt;3</b>	<b>&lt;3</b>	<b>&lt;3</b>
		<b>pozzo</b>	<b>14</b>	<b>&lt;3</b>	<b>&lt;3</b>	<b>&lt;3</b>
		<b>superficiale</b>	<b>129</b>	<b>&lt;3</b>	<b>&lt;3</b>	<b>&lt;3</b>
<b>Grosseto</b>	<b>1999</b>	<b>sorgente</b>	<b>61</b>	<b>&lt;1</b>	<b>&lt;1</b>	<b>5</b>
		<b>pozzo</b>	<b>82</b>	<b>&lt;1</b>	<b>&lt;1</b>	<b>18</b>
<b>Livorno</b>	<b>1997- 1998</b>	<b>pozzo</b>	<b>107</b>	<b>&lt;2</b>	<b>&lt;2</b>	<b>5</b>
<b>Livorno (Piombino)</b>	<b>1994- 1999</b>	<b>pozzo</b>	<b>78</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>26</b>
<b>Lucca</b>	<b>1994-1998</b>	<b>sorgente</b>	<b>13</b>	<b>&lt;1</b>	<b>&lt;1</b>	<b>1</b>
		<b>pozzo</b>	<b>89</b>	<b>&lt;1</b>	<b>&lt;1</b>	<b>35</b>
<b>Massa Carrara</b>	<b>1994-1998</b>	<b>sorgente</b>	<b>76</b>	<b>&lt;5</b>	<b>&lt;5</b>	<b>&lt;5</b>
		<b>pozzo</b>	<b>106</b>	<b>&lt;5</b>	<b>&lt;5</b>	<b>&lt;5</b>
		<b>superficiale</b>	<b>74</b>	<b>&lt;5</b>	<b>&lt;5</b>	<b>&lt;5</b>
<b>Pisa</b>	<b>1994-1998</b>	<b>sorgente</b>	<b>213</b>	<b>&lt;1</b>	<b>3</b>	<b>80</b>
		<b>pozzo</b>	<b>105</b>	<b>&lt;1</b>	<b>35</b>	<b>50</b>
<b>Pistoia</b>	<b>1994-1998</b>	<b>pozzo</b>	<b>7</b>	<b>&lt;3</b>	<b>&lt;3</b>	<b>&lt;3</b>
<b>Prato</b>	<b>1998</b>	<b>pozzo</b>	<b>12</b>	<b>&lt;2</b>	<b>&lt;2</b>	<b>3</b>
<b>Siena</b>	<b>1997- 1999</b>	<b>pozzo e sorgente</b>	<b>354</b>	<b>&lt;10</b>	<b>&lt;10</b>	<b>90</b>

Tabella 2 - Arsenico nelle fonti di approvvigionamento impiegate per la produzione di acqua potabile nelle province della Toscana – Concentrazioni in µg/L; si osservano differenti limiti di rivelabilità in funzione delle diverse tecniche analitiche impiegate --- Dati relativi al 1999: in parte da aggiornare -----

Nella provincia di Siena l'arsenico è presente nelle acque di approvvigionamento ad uso potabile estratte dagli acquiferi del sistema vulcanico del M. Amiata (Comune di Abbadia S. Salvatore) o in territori dove sono presenti manifestazioni geotermiche (Radicondoli).

Nella provincia di Grosseto acque contenenti arsenico si riscontrano nelle zone interessate da processi di mineralizzazione a solfuri misti, prevalentemente nel territorio delle Colline Metallifere (Gavorrano) dove sono presenti giacimenti minerali a pirite.

Non si riscontrano concentrazioni significative di arsenico lungo tutta la fascia del medio e alto Appennino tosco-emiliano, caratterizzata dalla litologia della serie marnoso – arenacea, sia nelle principali valli (Valdarno, Valdelsa) con litologia costituita da depositi argilloso-sabbiosi del pliocene e dalle ghiaie fluviali e lacustri del quaternario. Nelle acque dei massicci mesozoici di natura carbonatica della Alpi Apuane, non si riscontra presenza di arsenico ai livelli di sensibilità delle tecniche analitiche impiegate (generalmente < 1µg/L).

## Conclusioni

L'arsenico presente nelle acque sotterranee di alcune zone della Toscana è prevalentemente legato a fenomeni naturali, principalmente manifestazioni geotermiche e rilasci provenienti dall'alterazione di rocce vulcaniche e di mineralizzazioni a solfuri di ferro. I dati attualmente disponibili sul contenuto dell'arsenico nella maggior parte delle acque della regione consentono di effettuare un primo quadro per quanto riguarda i problemi indotti dall'utilizzo di queste acque per uso potabile.

Come contributo alla conoscenza del territorio regionale e alla predisposizione delle misure preventive e degli interventi opportuni, i vari dipartimenti ARPAT tengono costantemente sotto controllo il contenuto di arsenico nella quasi totalità delle risorse per l'approvvigionamento potabile sia sotterranee che superficiali, così come l'insieme delle acque distribuite in rete.

In seguito al prossimo recepimento del limite di 10 µg/L per l'arsenico indicato dal decreto 2 febbraio 2001 n. 31, dovranno essere previsti interventi significativi in alcuni acquedotti dove attualmente le concentrazioni non soddisfano tale limite.

## BIBLIOGRAFIA

ADAMS M.A., BOLGER P.M. AND GUNDERSON E.L., IN: CHAPPELL W.R., ABERNATHY C.O. AND COTHERN C.R. (1994) - *Arsenic Exposure and Health*. Science Technology Letters, Northwood. U. K., 1994

ANDERSON V.D.L. AND BRULAND W.K. (1991) - *Biogeochemistry of Arsenic in Natural Waters: The Importance of Methylated Species*. Environ. Sci. Technol., **25**, pp. 420 - 427.

BALDANTONI E. E A. FERRONATO (1996)– *L'arsenico nelle acque del Mediobrenta, Veneto*. Acqua Aria, maggio 1996, pp. 505-510.

BRONDI M., DALL'AGLIO M. E GHIARA E. (1986) - *Elementi in traccia di interesse geochimico e tossicologico nei fluidi termali e geotermici dei Campi Flegrei e di Larderello*. Acqua-Aria, **10**.

CHEN S. L., YEH S. J, YANG. M. H., AND LIN T.H. (1995) - *Trace element concentration and arsenic speciation in the well water of Taiwan area with endemic blackfoot disease*. Biological trace element Research, vol **48**.

CHUNGUO CUI AND ZIHUI LIU (1988) - *Chemical speciation and distribution of arsenic in water, suspended solids and sediment of Xiangjiang River*. China. Scien. of Tot. Environm., **77**, pp. 69-82.

CRUZ C. A., FONSGAARD I.S., LICAYO J. (1994) - *Lead, arsenic, cadmium and copper in lake Asososca, Nicaragua*. Scien. of Tot. Environm., **155**, pp. 229-236.

DALL'AGLIO M. - *Problemi emergenti di geochimica ambientale e salute in Italia con particolare riferimento all'arsenico*. Atti del II° Convegno Nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee. Metodologie,

tecnologie e obiettivi. Modena, 17/19 maggio 1995, volume 4, Quad. Geol. Appl., 1, gennaio-giugno 1996, pp. 85-95, Pitagora Editrice, Bologna.

DPR 236 del 24 maggio 1988 - Attuazione della Direttiva CEE 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi della legge 16 aprile 1987. N. 183 (G.U. n. 152 del 30 giugno 1988).

Decreto Lgs. 2 febbraio 2001, n. 31 Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano. (G.U. n.52 del 3 marzo 2001).

HARRINGTON J. M., MIDDAUGH, J. P., MORSE, D. L., HOUSWORTH, J. (1995) - *A survey of a population exposed to high concentrations of arsenic in well in Fairbanks, Alaska*. Am. J. Epidem., **141**, pp. 198-209.

HERING. G. J. (1996) – *Risk assessment for arsenic in drinking water: limits to achievable risk levels*. Journ. of Hazardous Materials **45**, pp. 175-184.

MANDAL B. K., CHOWDHURY T.R., SAMANTA G., MUKHERJEE D.P., CHANDA C.R., SAHA K.C., CHAKRABORTI D. (1998) – *Impact of safe water for drinking and cooking on five arsenic-affected families for 2 years in West Bengal, India*, The Science of the Total Environment, **218**, pp. 185 - 201.

MANTELLI F., C. SCALA, M. GUAZZINI, A. RONCHI, A. GATTI, C. MINOIA – *Determinazione mediante ICP-MS di elementi in traccia in acque della Salina della Laguna Verde e dei territori limitrofi (Ande di Catamarca, Argentina)*. In: C. Minoia, M. Bettinelli, A. Ronchi, S. Spezia. “Applicazioni dell’ICP-MS nel Laboratorio Chimico e Tossicologico”, Morgan Edizioni Tecniche, Milano, pp. 239-264, 2000.

MANTELLI F., A. SALUTINI, A. GRILLI CICILIONI, P. BUCCI, S. CARROZZINO M. IOZZELLI et all. - *Presenza di arsenico nelle acque di acquedotto e nelle fonti di approvvigionamento idrico in Toscana*. Atti del 3° Convegno Nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee per il III millennio. Parma 13/15 ottobre 1999, in: Quaderni di geologia applicata, Vol. 2, pp. 271-281, Pitagora Editrice, Bologna.

NICOLLI H.B., SURIANO M.J., GOMEZ PERAL, A. M., FERPOZZI L. H. AND BALEANI A. O. (1989) - *Groundwater contamination with arsenic and other trace elements in an area of the Pampa, Province of Cordoba, Argentina*. Environ. Geol. Water Sci. Vol.1, n° 1, pp. 3-16.

PEARCE F. (1995) - *Death and the devil's water*. New Scientist, U. K. 16 sett. 1995.

PRANDI N. (1998) - *Presenza di arsenico nell'acqua potabile del territorio dell'Azienda Ussl n. 20 di Viadana (MN). Possibile indicatore di rischio sanitario nelle derrate di origine animale e nell'uomo*. Ingegneria alimentare **1**, pp. 13-19.

SANCHA A. M., RODRIGUEZ D., VEGA F., FUENTES S., SALAZAR A.M., VENTURINO H., MORENO V., BARON A. M. (1994) - *Effects of exposure to arsenic in atacamena settlements in northern Chile*. International Symposium, Assessing and managing health risks from drinking water: approaches and applications. Rome, September 13-17, 1994.

SOSIC M.V.J. (1973)- *Descripcion geologica de la Hoja 14e, Salar de Pipanaco, Prov. de Catamarca y la Rioja*. Carta geol. econ. de la Rep. Arg., Bol. n° **137**, B. Aires.

TURNER J. C. M. (1967) - *Descripcion geologica de la Hoja 13b, Chaschuil, carta geol. econ. de la Rep. Arg.* Min. de Ec. y Trab., Bol. n° **106**, B. Aires.

ZAVATTI A., ATTRAMINI D., BONAZZI A., BORALDI V., MALAGÒ R., MARTINELLI G., NALDI S., PATRIZI G., PEZZERA G., VANDINI W., VENTURINI L., ZUPPI G. M. (1995) - *La presenza di arsenico nelle acque sotterranee della Pianura Padana: evidenze ambientali e ipotesi geochemiche*. Atti del II° Convegno Nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee. Metodologie, tecnologie e obiettivi. Nonantola (MO) 17/19 maggio 1995, volume 2, Quaderni Geol. Appl., 1, gennaio-giugno 1996, pp. 2301-2326, Pitagora Editrice, Bologna.

\* \* \*