

INDAGINE SUL TRATTAMENTO DOMESTICO DI ACQUA DESTINATA AL  
CONSUMO UMANO CON SISTEMI DI ADDOLCIMENTO A SCAMBIO IONICO  
*Survey on domestic drinking water treated with ionic exchange softening systems*

BATTAGLINI M.\*, GRILLI CICILIONI A.\*\* , GIANNUZZI P.\*\*\*, NANTE N.\*\*\*

- \* Servizio Igiene Pubblica - U.S.L. 25 "Val di Cornia"
- \*\* Servizio Multizonale di Prevenzione - U.S.L. 25 "Val di Cornia"
- \*\*\* Istituto di Igiene - Università di Siena

PAROLE CHIAVE - KEY WORDS

Acqua potabile, addolcimento, resine a scambio ionico, impianti domestici  
*Drinking water, softening, ionic exchange resin, household installations*

SUMMARY

*The authors studied the systems for softening water (all using ionic exchange resin) in use in private houses in Piombino and S. Vincenzo (Tuscany-Italy). Of 15 systems chosen at random, none had the prescribed hygienic requirements; in 5 of the 15 systems, tests were carried out on the incoming and outgoing water flow at different times of the daily cycle. A considerable capacity for breaking down the hardness of the water was noted in the morning but this capacity fell rapidly in the early afternoon. The percentages for breaking down the magnesium sometimes became negative due to the release of the ion which had been accumulated in the exchanger. It therefore resulted that the treated water had sodium ion concentrations higher than the maximum admissible concentration established by the law at 150 mg/l.*

INTRODUZIONE

L'impiego di acqua dura a scopo potabile non pare comportare danni per la salute (4, 9); esso però provoca inconvenienti di ordine economico, ecologico, (maggior consumo di detersivi e di energia elettrica, incrostazioni di tubature ed impianti) ed estetico (difetti di lavaggio di biancheria, stoviglie, finestre) (6). L'abbattimento della durezza di acque che servono impianti industriali è , pertanto, procedura spesso necessaria. Rimane tuttavia da stabilire il rapporto rischi/benefici dell'addolcimento a livello domestico dell'acqua, la quale serve le attrezzature tecnologiche di casa ma è anche disponibile per bere e cuocere gli alimenti (1). Di fatto si va diffondendo l'installazione nelle private abitazioni di impianti addolcitori che fondano il loro funzionamento su un sistema a scambio ionico, utilizzano cioè resine cationiche che trattengono gli ioni calcio e magnesio presenti nell'acqua e li sostituiscono con una quantità equivalente di ioni sodio. Alcuni Autori hanno studiato in condizioni sperimentali le modificazioni che i sistemi di addolcimento mediante resine scambiatrici di ioni, in vari momenti dei cicli di funzionamento arrecano all'acqua (2): noi ci siamo proposti di verificare la qualità dell'acqua erogata, in condizioni reali, da siffatti impianti e le condizioni di installazione degli stessi.

MATERIALI E METODI

La nostra indagine è stata condotta nel corso del 1991 nei Comuni di Piombino e di S.Vincenzo, rispettivamente di 37027 e 7212 abitanti, situati sulla fascia costiera in provincia di Livorno e confinanti tra loro. Nei due comuni gli

acquedotti pubblici distribuiscono acqua di durezza piuttosto elevata (80-220°F), che crea inconvenienti agli elettrodomestici inducendo i cittadini alla ricerca di rimedi. E' da tener presente inoltre che l'acqua distribuita presenta crescenti concentrazioni di cloruri per la progressiva infiltrazione di acqua marina nella falda idrica dalla quale attingono i pozzi comunali.

Una preliminare indagine, da noi eseguita presso i rivenditori, ci fa ritenere installati nei due comuni, circa 1500 impianti di addolcimento domestico, che servono un numero di abitanti stimato in 4000-6000. Tenendo conto delle indicazioni dei rivenditori circa i modelli più venduti e le abitazioni presso cui erano stati installati, sono stati scelti a caso per la nostra indagine 15 di tali apparecchi. Per ciascuno di essi, mediante ispezione, sono stati registrati su apposita scheda i dati relativi a : marca, anno di installazione (il più vecchio è risultato del 1981, la maggioranza risultava installata tra il 1989 ed il 1991), dimensionamento (si trattava di impianti serventi singole abitazioni in 11 casi e interi condomini in 4 casi), tipo di scambiatore (di fatto nella zona risultano venduti a privati solo sistemi che utilizzano resine a scambio ionico), frequenza di rigenerazione (in 12 casi essa era programmata ogni 24 ore, nei rimanenti 3 casi ogni 48 ore), filtri a monte, valvola di non ritorno, impianto di autodisinfezione, modalità di reimmissione in rete dell'acqua trattata. Ciò al fine di verificarne la rispondenza ai requisiti del D.M. n°443 del 21/12.1990 "Regolamento recante disposizioni tecniche concernenti apparecchiature per il trattamento domestico di acque potabili" Tra i suddetti 15 impianti ne sono poi stati scelti 5 (due ubicati a S. Vincenzo tre a Piombino) sulla base della diversa epoca di installazione (1=1981, 2=1983, 3=1984, 4=1986, 5=1991) e del diverso dimensionamento (1, 2, 4=multiutenza; 3, 5=monoutenza): per questi impianti sono stati eseguiti prelievi di acqua in entrata ed in uscita, in diversi momenti della giornata, in considerazione del fatto che per questi impianti la rigenerazione delle resine era quotidiana e programmata per avvenire durante la notte. Su ogni campione di acqua sono stati ricercati i seguenti parametri: pH, conducibilità, durezza totale, alcalinità, calcio, ferro, cloruri, sodio, magnesio, coliformi totali (su 100 ml), coliformi fecali (su 100 ml), streptococchi fecali (su 100 ml), pseudomonas aeruginosa (su 250 ml), conta batterica totale a 22°C e a 36°C. Sono state seguite le tecniche analitiche indicate nell'allegato III del D.P.R. 24 maggio 1988 n°236 "Attuazione della Direttiva CEE n°80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art.15 della legge 16 aprile 1987, n°183".

#### RISULTATI

In FIG.1 sono riportate le principali caratteristiche impiantistiche rilevate per i 15 addolcitori ispezionati; dall'osservazione della figura si deduce che in nessun caso, nemmeno per gli impianti più recentemente installati, i requisiti previsti dal D.M. 21/12/1990 n°443 (la data di entrata in vigore delle cui disposizioni è il 29 luglio 1992) sono a pieno rispettati. In particolare sottolineiamo che nessun impianto è risultato provvisto di sistema di autodisinfezione. Relativamente ai parametri microbiologici testati nell'acqua prelevata dai 5 impianti campione, in nessun caso, sia in entrata che in uscita, è stata rilevata presenza di coliformi, di streptococchi fecali o di pseudomonas aeruginosa. Il computo delle unità formanti colonia su agar ha fornito: a) a 36°C il valore medio di 25,1 per l'acqua in entrata negli impianti e di 172 per l'acqua

in uscita; b) a 22°C il valore medio di 27,8 per l'acqua in entrata e di 227,3 per l'acqua in uscita. In questo tipo di impianti dunque si verifica abitualmente una proliferazione batterica, che comporta un aumento della carica microbica dell'acqua in uscita (di 6-8 volte, stando alla nostra osservazione) rispetto a quella dell'acqua in entrata. Facciamo presente che nessuno dei 5 impianti la cui acqua è stata da noi testata in laboratorio era dotato di sistema complementare di adsorbimento a carbone attivo, che avrebbe potuto in qualche caso accentuare il fenomeno (8). In FIG.2 sono riportati i valori della durezza totale rilevati nell'acqua prelevata all'entrata e all'uscita dei 5 impianti testati in vari momenti del ciclo giornaliero di funzionamento (M= mattino, P= pomeriggio, S= sera) Per tutti gli addolcitori (escluso il n°4, che è risultato praticamente non funzionante) si nota un elevato abbattimento della durezza nella mattina (e ciò anche per gli impianti da più tempo installati), già a partire dal primo pomeriggio notevole calo di rendimento, che può essere considerato quasi nullo nelle ore serali. Studiando singolarmente il comportamento del calcio e del magnesio, abbiamo notato che, mentre i valori del primo seguono l'andamento della durezza totale, per il secondo, a partire dal pomeriggio, le percentuali di abbattimento non solo calano ma addirittura talora si negativizzano portando cioè ad una sua concentrazione nell'acqua maggiore in uscita rispetto a quella in entrata.(FIG.3). Questo fenomeno si può spiegare considerando le caratteristiche chimiche del magnesio, che essendo uno ione piccolo e con elevata carica, ha una forte tendenza all'idratazione; ciò si traduce in una minore affinità del magnesio rispetto al calcio per la resina scambiatrice. Poiché lo scambio ionico è un equilibrio chimico a tutti gli effetti si instaurano particolari condizioni per cui il magnesio può essere spostato dal calcio determinando il fenomeno osservato. Relativamente al sodio possiamo rilevare che l'andamento è simile per tutti gli addolcitori testati: maggiori concentrazioni si rilevano in uscita secondo la regola del processo di scambio ionico; viene abitualmente superato il livello indicato come massimo ammissibile dal DPR 236/88. (FIG.4). Relativamente agli altri parametri studiati possiamo sinteticamente riferire che non sono state rilevate modificazioni degne di nota a carico del pH, della conducibilità elettrica, della alcalinità e del contenuto in cloruri indotti dai trattamenti di addolcimento. Quanto al ferro, sono in corso ulteriori indagini volte a quantificare il ruolo negativo che questo metallo, tendendo a fissarsi ai siti attivi delle resine, svolge sull'efficienza delle stesse.

#### CONCLUSIONI

Le modificazioni osservate nell'acqua trattata con impianti domestici di addolcimento ci inducono alle seguenti considerazioni. Dal punto di vista batteriologico, l'adozione di sistemi di autodisinfezione e di valvole di non ritorno potrebbero essere sufficienti a contenere possibili effetti negativi del trattamento. Altri Autori (2) hanno notato che germi coliformi possono trovare negli addolcitori condizioni favorevoli alla loro moltiplicazione; è tuttavia indubbio che un tale fenomeno può solo essere conseguente all'entrata nel sistema di acqua già contaminata; gli stessi Autori citati hanno notato (e le nostre osservazioni concordano con le loro) che l'installazione a monte di filtri (quattro degli impianti da noi testati ne erano dotati) al fine di trattenere particelle e materiale organico sospeso nell'acqua in arrivo non limitano significativamente la proliferazione batterica (2). Dal punto di vista chimico abbiamo notato che le

procedure di addolcimento studiate hanno quasi costantemente portato l'acqua trattata ad avere concentrazioni in ione sodio tali da poter, in ipotesi, essere di pregiudizio alla salute, ad esempio in ordine al rischio ipertensivo (3, 7). Il fenomeno è da tempo noto (5). Va tuttavia considerato che, nel nostro caso, si partiva da acqua di durezza particolarmente elevata e che, pertanto, diveniva con il trattamento poco accettabile anche sotto il profilo organolettico. Altri Autori fanno rilevare che, oltre a causare forte incremento della percentuale di sodio, il trattamento di addolcimento mediante scambio ionico risulta di costo elevato e produce eluati inquinanti (6). Un'ulteriore considerazione negativa deriva dall'aver evidenziato come il buon rendimento degli impianti vada, indipendentemente dall'età e dalle dimensioni degli stessi, rapidamente esaurendosi con il trascorrere delle ore dal trattamento di rigenerazione delle resine. Da ultimo rileviamo che anche laddove incuria e modifiche non ne determinino un più marcato malfunzionamento, già le condizioni di installazione degli impianti nel campione da noi ispezionato hanno mostrato che non sono abitualmente rispettati i requisiti indispensabili ad una igienica gestione dell'acqua.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1) BERBENNI P. *L'acqua che beviamo* Inquinamento, 10, 8-16, 1987
- 2) BERNAGOZZI M., DE LUCA G., ROMANO G.C., SCERRE E., TONELLI E., ZANETTI F. *Caratteristiche microbiologiche di acque destinate ad uso potabile sottoposte a trattamento con apparecchi e resine scambiatrici di ioni*. Igiene Moderna, 93, 891-901, 1990
- 3) BISBINI P., LEONI E. *Addolcitori a scambio ionico e ipertensione* Tecnica Sanitaria, 25, 101-127, 1987
- 4) GILLI G., SCURSATONE E. *Problemi igienico-sanitari dell'acqua diretta al consumo umano* in *Igiene dell'ambiente e del territorio* C.G. Edizioni Medico Scientifiche, Torino, 257-310, 1989
- 5) KANITZ S. *Attuali vedute in tema di caratteri organolettici, fisici e chimici delle acque per usi civili*. Giorn. Ig. Med. Prev., 14, suppl. 1/2 139-166, 1973
- 6) PAPPACODA E., VACCHINA E. *Addolcimento di acque potabili*. A.E.S., 25-31, 11/1988
- 7) POMREHN P.R., CLARKE W.R., SOWERS M.F., WALLACE R.B., LAUER R.M. *Community differences in blood pressure level and drinking water sodium*. Am. J. Epidem., 118, 1, 60-61, 1983
- 8) PRATI L., VITAIOLI M., STEFANATI A., CENCI P., SALETTI C., RAUSA G., *Controlli preliminari di due tipi di filtri per il trattamento domestico delle acque potabili*. Igiene Moderna, 95, 311-320, 1991
- 9) SCASSELLATI SFORZOLINI G., PASQUINI R., FAGIOLI G. *Qualità dell'acqua potabile ed effetti a lungo termine sulla salute umana* VIII Corso Scuola Superiore Epidemiologia e Medicina Preventiva "G.D'Alessandro": "Approccio epidemiologico allo studio dei rapporti tra ambiente e salute", Erice (TP), 6-12 dicembre 1981.

N.NANTE, Istituto Igiene Università, Via Laterina 8, SIENA (tel.0577/287496)

FIG.1: Dotazioni tecniche dei 15 impianti ispezionati

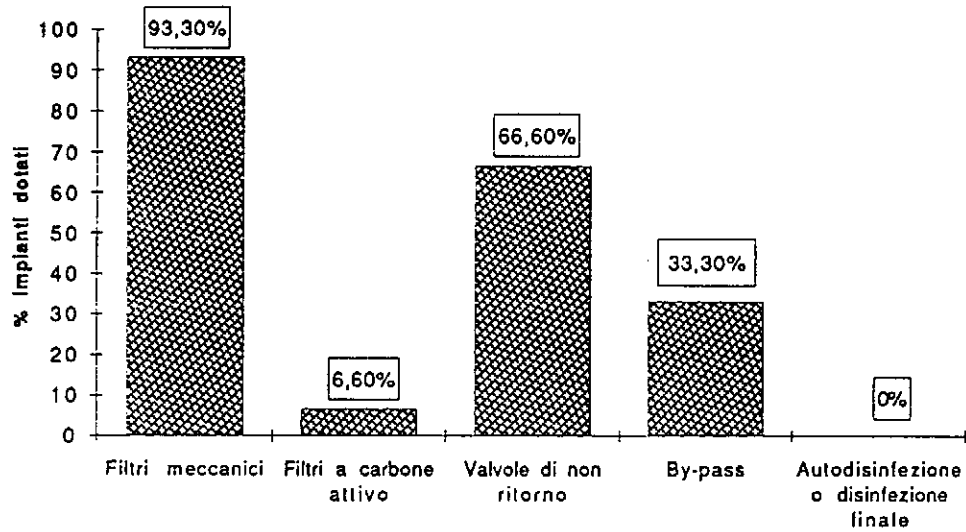


FIG. 2: Valori di Durezza Totale dell'acqua in entrata ed in uscita dai 5 addolcitori saggiati in diversi momenti (M=mattino; P=pomeriggio; S=sera) del ciclo di funzionamento

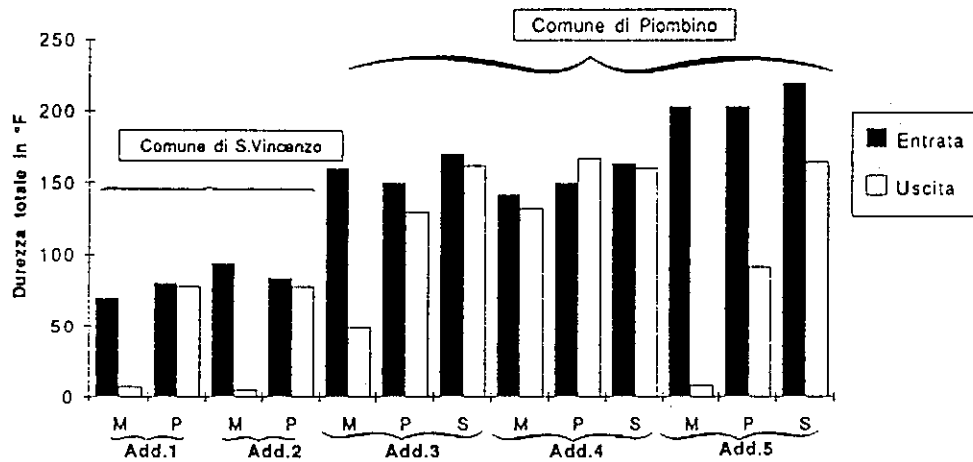


FIG. 3: Percentuale di abbattimento del magnesio nei 5 addolcitori esaminati

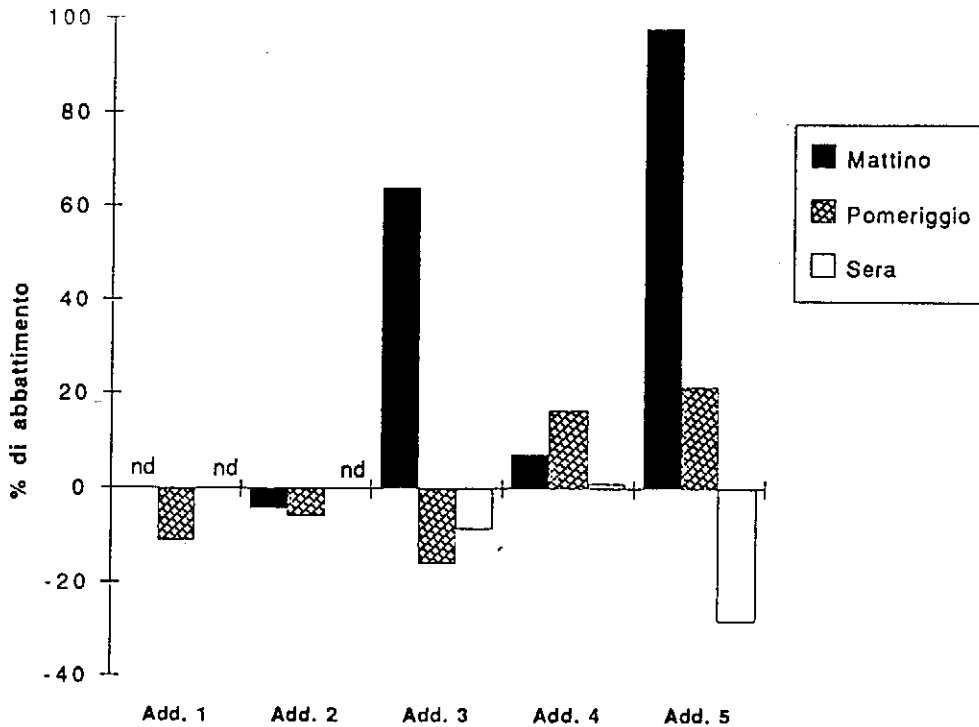
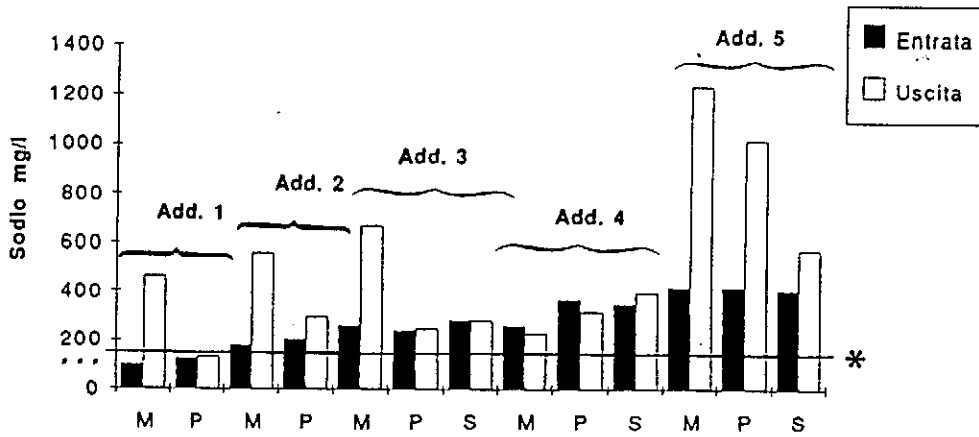


FIG.4: Valori di Sodio nell'arco della giornata (M= mattino; P= pomeriggio; S= sera) nell'acqua del 5 addolcitori studiati



\*\*\* Concentrazione Massima Ammissibile ai sensi del D.M. n°443 del 21/12/90