

24. Salvatore PALADINO. — Dosatore per la clorazione di acque da potabilizzare.

La potabilizzazione di acque destinate ad uso di bevanda è, come noto, uno dei problemi più interessanti, sia dal punto di vista tecnico, che da quello igienico-sanitario.

La tecnica relativa è molto progredita e tuttavia si continuano le ricerche per apportare ai vari sistemi di potabilizzazione i perfezionamenti necessari per renderli più sicuri e più rispondenti allo scopo.

In circostanze speciali determinate da epidemie, da eventi bellici o da altre cause è più che mai necessario poter effettuare la potabilizzazione delle acque con mezzi rapidi e sicuri ricorrendo ad apparati e sistemi che consentono facilità e sicurezza di manovra nonchè possibilità di funzionamento autonomo.

I procedimenti fin'ora adottati per la potabilizzazione delle acque sono noti; fra di essi quello della clorazione si è dimostrato come il più pratico, il più sicuro e nello stesso tempo quello che esige apparecchi di più facile manovra, e prova ne è, che fra gli impianti di potabilizzazione, anche in condizioni normali, quelli di clorazione superano di gran lunga numericamente tutti gli altri.

A ciò si aggiunga anche il fattore « economia di esercizio »; elemento questo che non può essere trascurato in un impianto fisso di una certa importanza.

Il cloro si è dimostrato la sostanza più efficace come potabilizzante ed esso oggi trova largo impiego che va dall'uso familiare estemporaneo, ai grandiosi impianti di importanti centri urbani (Bologna, Genova, Trieste, Sassari, Cagliari, Ferrara, Gorizia ecc.).

Anche all'Estero la clorazione dell'acqua costituisce il sistema che ha ottenuto maggiore consenso e prova ne sono i grandi impianti francesi, americani, inglesi ecc.

D'altra parte, la potabilizzazione per clorazione, sia che venga usato cloro gassoso che composti di cloro (ipocloriti), presenta due punti deboli che sono oggetto di studio e di perfezionamento da parte dei tecnici,

Essi sono:

a) difficoltà di calcolare con esattezza la quantità di cloro o di soluzione di ipoclorito da immettere nell'acqua da potabilizzare;

b) difficoltà del potabilizzante stesso di diffondersi e mescolarsi intimamente e in breve tempo, con la massa d'acqua da trattare.

Il calcolo della quantità di potabilizzante può considerarsi come un problema che presenti due variabili:

la prima, che chiameremo X, dipendente dal fatto che in nessun caso il contenuto in sostanza organica dell'acqua da trattare si manterrà costante durante il tempo di afflusso al potabilizzatore;

la seconda, che chiameremo Y, dipendente dalla non costanza sia della portata dell'acqua da trattare, sia della quantità di potabilizzante erogato nella unità di tempo.

La prima variabile X, costituisce un problema insolubile poichè non si può stabilire una legge delle variazioni del contenuto organico dell'acqua essendo esso, come ovvio, variabilissimo.

Per essa variabile, il calcolo della quantità di reagente si dovrebbe fare immettendo nell'acqua una quantità di potabilizzante tale da garantire la riduzione del contenuto in sostanza organica dell'acqua a quello comunemente contenuto in « buona acqua potabile », senza lasciare in essa un eccesso di cloro libero che porta come conseguenza quel gusto sgradevole dell'acqua clorurata, noto a tutti.

Per potere superare gli ostacoli della variabile X, in pratica, noto il massimo contenuto organico e il tasso batterico dell'acqua da trattare, ottenuti mediante una serie di analisi dell'acqua stessa, eseguite in diverse condizioni di emungimento e possibilmente in diverse epoche dell'anno, si immette nell'acqua una quantità di liquido potabilizzante di poco superiore a quello strettamente necessario.

Conseguenza di tale trattamento è la presenza di una certa quantità di cloro libero nell'acqua da utilizzare.

In merito alla determinazione del contenuto di sostanze organiche di un'acqua da potabilizzare è necessario un accurato esame della « sorgente da utilizzare », per determinare o avere almeno una direttiva sicura sulle cause dell'inquinamento di essa.

Per le acque di pozzo bisognerà rilevare e conoscere le caratteristiche geo-idrologiche della falda, consistenti nella determinazione dell'estensione,

della provenienza, della potenzialità, della velocità e direzione di movimento, della portata in funzione nelle varie epoche dell'anno e delle relative variazioni di livello della falda; bisognerà, inoltre soffermarsi specialmente sulle variazioni in funzione dell'emungimento massimo da utilizzare, delle capacità protettive degli strati sovrastanti e degli eventuali rapporti con altre falde acquifere o con correnti superficiali o con pozzi presistenti.

Per le acque di fiume, oltre le misure di portata e le relative variazioni in funzione dell'alimentazione idrica del corso d'acqua, si deve determinare il « potere autodepurante » del corso stesso, in rapporto all'entità e alle caratteristiche dei rifiuti liquidi e solidi che eventualmente sfociassero in esso a monte della presa d'acqua da utilizzare per uso potabile.

Per le acque di lago, oltre alla determinazione del « potere autodepurante » bisogna studiare le caratteristiche di alimentazione del bacino, gli eventuali sfoci di canalizzazione di rifiuti luridi e, secondo la loro posizione, studiare l'ubicazione più opportuna per la presa.

Sulla seconda variabile *Y* gli elementi che influiscono negativamente sono:

a) variabilità della portata del potabilizzante dovuta alla ostruzione del condotto di adduzione a causa di depositi e delle incrostazioni prodotte dal reagente;

b) variabilità della portata dell'acqua da potabilizzare dovuta all'esigenza del servizio e a cause meccaniche non controllabili dall'uomo proposto alla sorveglianza e alla condotta dell'impianto di potabilizzazione.

Il verificarsi delle condizioni accennate in *a)* e *b)* porta come conseguenza o ad un eccesso o ad un difetto della quantità di soluzione reagente; nel primo caso esso si traduce in un eccesso di cloro che va a sommarsi con quello della variabile *X* accentuando gli inconvenienti dianzi accennati, mentre nel secondo porta ad un difetto di cloro e, di conseguenza, al pericolo di utilizzare acqua non potabile con i danni che facilmente possono prevedersi.

Come si è accennato, la tecnica meccanica a nostra disposizione può fare poco per tener conto della variabilità del contenuto in sostanze organiche dell'acqua da potabilizzare; l'unico rimedio possibile è il continuo

controllo chimico-batterologico dell'acqua stessa e la variazione della portata del liquido potabilizzante a seconda del risultato delle analisi.

Per la seconda variabilità, molto si è fatto onde cercare un metodo capace di annullare le deficienze che la tecnica odierna presenta nei riguardi della potabilità e proporzionalità tra l'acqua da potabilizzare e la sostanza potabilizzante.

Nei riguardi della difficoltà di ottenere una intima diffusione fra l'acqua e la sostanza potabilizzante, si fa presente che è stata escogitata tutta una serie di agitatori e di mezzi più o meno idonei senza per altro raggiungere completamente lo scopo. Sperimentalmente è stato accertato che, anche con i sistemi più perfezionati, esiste sempre un considerevole ritardo di attacco del reagente su alcune parti della massa di acqua da trattare.

Sono noti i numerosi e svariati tipi di apparecchi di clorazione; essi vanno dai più piccoli da innestarsi direttamente alle bocchette di erogazione domestica, ai grandiosi impianti delle stazioni di potabilizzazione. Non starò qui ad illustrarli indirizzando, chi ne avesse interesse, alle pubblicazioni in proposito, le più importanti delle quali sono citate nella bibliografia, più oltre riportata.

Il dosatore da me ideato ⁽¹⁾ è basato sulla utilizzazione della depressione esistente nella condotta di aspirazione di una pompa, o di quella creata con mezzi idonei in una qualunque condotta adduttrice, per la immissione di un liquido o di un gas nella massa d'acqua pompata o addotta.

Per tutti gli impianti che utilizzano una pompa per l'attingimento del liquido da trattare, il dosatore è di una semplicità estrema, consistendo esso essenzialmente in un innesto sulla condotta di aspirazione della pompa e di una tubazione attraverso la quale viene aspirato il reagente da immettere nel liquido da trattare.

Sperimentando su alcune pompe, avevo avuto occasione di studiare il comportamento e la variazione della entità della depressione nei condotti di aspirazione delle pompe stesse ed osservare la proporzionalità di essa in funzione della portata.

⁽¹⁾ Per il dosatore e il relativo complesso descritto in seguito è in corso il rilascio di privativa industriale.

In qualunque pompa, il valore della depressione determinata nella condotta di aspirazione consta di due quantità ben distinte: la prima data dall'altezza della sistemazione del gruppo di pompaggio dal pelo libero stabilizzato dell'acqua, che rimane praticamente costante qualunque sia il regime di emungimento, e la seconda, che varia in funzione del regime di pompaggio della pompa stessa.

In definitiva chiamando P il valore complessivo della depressione creata nella condotta di aspirazione della pompa, il suo valore assoluto sarà dato da:

$$P = H + h$$

dove H è il dislivello, ridotto in millimetri di mercurio, tra il piano delle pompe e il pelo libero stabilizzato dell'acqua, ed h la depressione creata dalla pompa per effetto del suo funzionamento e variabile direttamente con i vari regimi di pompaggio fino ad un determinato numero di giri, corrispondente a un minimo di portata, « minimo caratteristico », per ogni tipo di pompa.

Gli studi che hanno portato all'applicazione del suaccennato dosatore agli effetti della sua utilizzazione in un impianto di potabilizzazione per mezzo di soluzione di ipocloriti, sono stati fatti su due elettropompe installate per il sollevamento dell'acqua di un pozzo esistente nell'Istituto superiore di Sanità (fig. 1).

Data la scarsezza di acqua potabile, a causa degli eventi bellici, l'acqua di detto pozzo, che in tempi normali serviva esclusivamente per giardinaggio e pulizie, la si dovette utilizzare, previa potabilizzazione, per sopperire ai molteplici bisogni idrici dell'Istituto.

L'impianto di sollevamento esistente venne modificato in modo da soddisfare ai nuovi bisogni, e precisamente le due elettropompe, riunite in parallelo e con possibilità di funzionamento indipendente l'una dall'altra, vennero allacciate alle colonne montanti principali con sbocco in due grosse batterie di serbatoi, ognuna formata da 18 recipienti, ciascuno della capacità di un metro cubo.

Da dette batterie l'acqua si ripartisce nella complessa rete di distribuzione interna dell'Istituto. La portata complessiva delle due elettropompe è di 1.16/s., e la differenza di livello fra il piano d'imposta delle pompe ed il piano di sfioro dei serbatoi è di m 43.

Per la potabilizzazione di tale acqua si procedette all'istallazione, previa scelta del più idoneo alle particolari condizioni desiderate, di un dosatore di liquido potabilizzante a gravità, ubicato al piano dei serbatoi e sfociante in una cassetta di distribuzione, nella quale sbocca pure l'acqua pompata, per essere poi ripartita nei vari serbatoi.

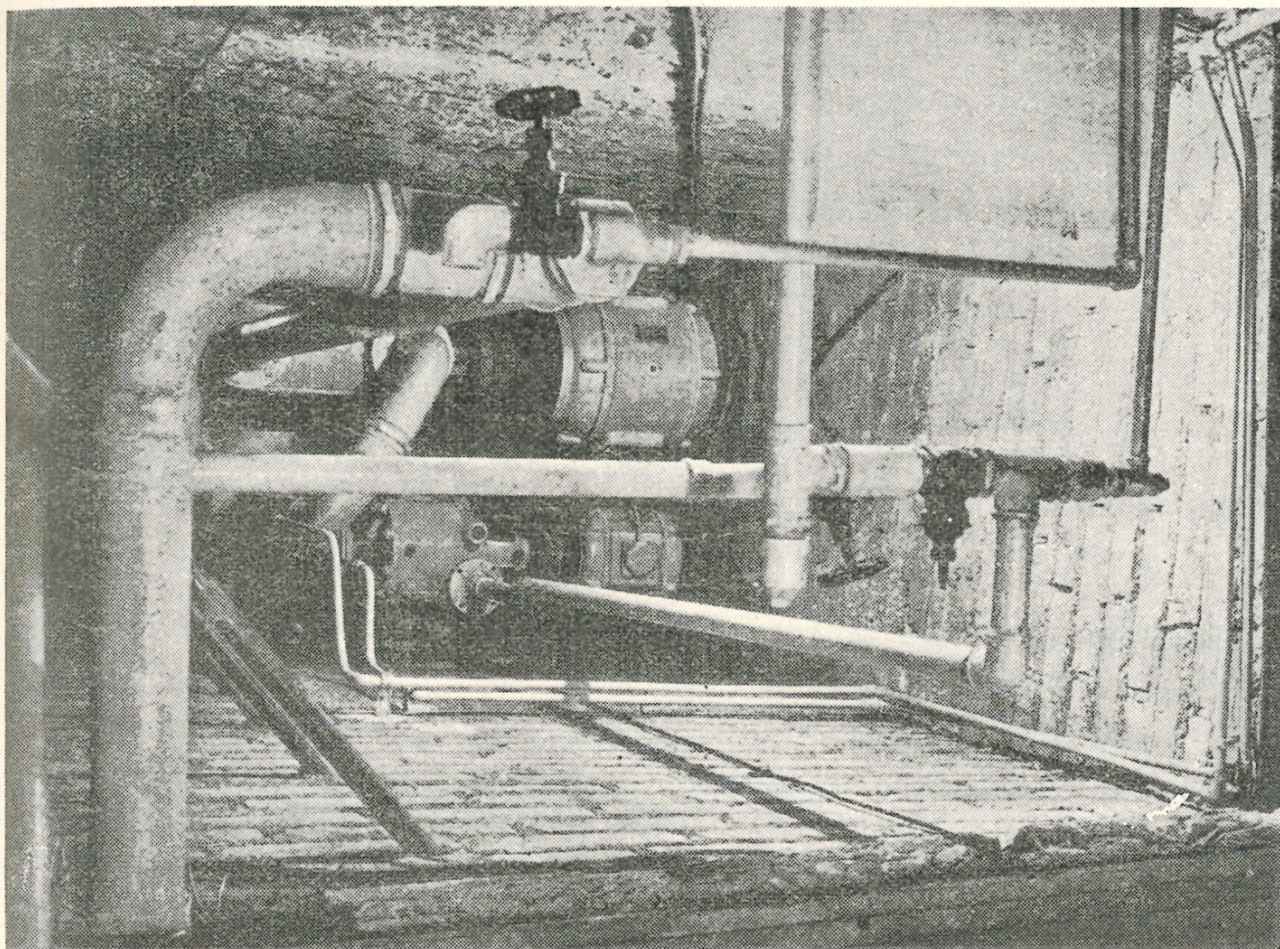


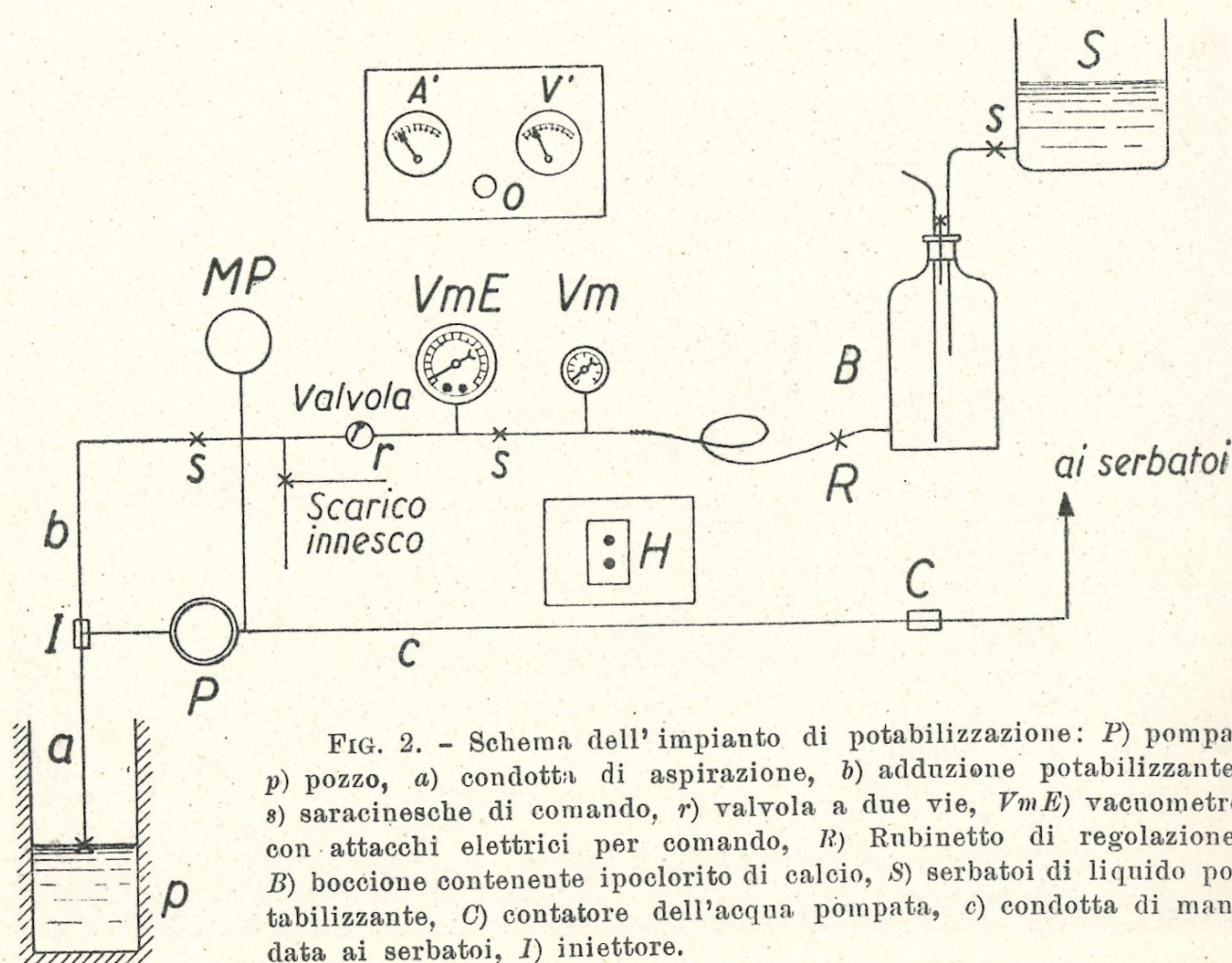
FIG. 1. — Gruppo di pompaggio dell'acqua di pozzo.

I risultati ottenuti non furono soddisfacenti date le forzate continue intermittenze del funzionamento e le continue irregolari oscillazioni del voltaggio della linea elettrica di alimentazione.

In nessun caso, anche con tutti gli accorgimenti che furono ritenuti necessari, si poté avere nell'acqua prelevata dai serbatoi e dalle bocchette di erogazione, un eccesso di cloro minimo e costante che garentisse la potabilizzazione dell'acqua stessa ed un'intima e completa diffusione del liquido reagente nella massa d'acqua da trattare.

Date le particolari esigenze idriche dell'Istituto, oltre che agli effetti della potabilizzazione dell'acqua, per noi era della massima importanza

ottenere un « eccesso di cloro attivo », non superiore a quello strettamente compatibile ($0,01 \div 1$ mg/l.) colle norme, comunemente note, della tecnica della clorazione (*), affinchè i numerosi e delicati apparecchi scientifici che per il loro funzionamento venivano a fruire di detta acqua, non ne fossero danneggiati.



L'impianto sperimentale di potabilizzazione da me realizzato sfruttando i principi dianzi accennati per la dosatura del liquido potabilizzante è chiaramente rappresentato nello schema d'insieme della fig. 2.

Sulla condotta di aspirazione (a) della elettropompa (P), a quota dell'imposta del gruppo stesso è innestato l'iniettore che, mediante opportuni accorgimenti può essere estratto facilmente per le pulizie periodiche di disincrostazione. All'iniettore è innestata la tubazione di conduzione del liquido reagente, la quale termina con una valvola a ventola (r) a due vie. Detta valvola ha il compito di impedire l'ulteriore deflusso del liquido rea-

(*) S. V. FAGO, « Filtrazione rapida per acquedotti », Ed. Hoepli, Milano (1942).

gente nella condotta di aspirazione allorquando l'impianto stesso è fermo. La sua apertura è garantita dalla depressione che viene a crearsi nella tubazione (*b*) allorquando la pompa funziona. La pressione positiva, che si crea nella tubazione (*c*) a pompa ferma, dovuta al carico idrostatico della colonna premente di alimentazione, chiude ermeticamente detta valvola impedendo così al liquido potabilizzante di defluire ulteriormente. Alla valvola (*r*) sono innestati due vacuometri per la registrazione ed il controllo della depressione; uno dei quali (*VmE*) è munito di speciali attacchi elettrici, che permettono l'arresto istantaneo del gruppo elettropompa, quando il valore della depressione della condotta (*b*) è sceso al disotto del valore limite voluto corrispondente a quello minimo di regime per il buon funzionamento di tutto l'impianto.

La condotta (*b*) per mezzo di tubo di gomma, è in comunicazione con un boccione di vetro (*B*), di determinata capacità e graduato in millimetri per tutta la sua altezza, contenente la soluzione potabilizzante. Il boccione stesso è chiuso da un tappo forato attraverso il quale passa una canna di vetro del diametro di mm 8, terminante a punta tronco conica, che pesca fino in fondo e che consente il passaggio dell'aria, con formazione di bolle, man mano che il liquido viene aspirato. Si ha in tal modo, nel liquido potabilizzante, contenuto nel boccione, la formazione di bolle che servono per la regolazione e il controllo della quantità di liquido da immettere nella condotta, come si dirà in seguito.

Il boccione è in comunicazione con due serbatoi (*S*) in legno, nei quali avviene la preparazione della soluzione di ipoclorito. Tutta una serie di apparecchi di controllo e di misura completano l'attrezzatura dell'impianto per garantire la più completa sicurezza di funzionamento dell'impianto stesso (fig. 3).

Il deflusso della soluzione contenuta nel boccione è un mezzo rapido di controllo del funzionamento più o meno regolare dell'impianto. Infatti essendo nota la capacità del boccione il numero di bolle di aria sarà proporzionale alla quantità del liquido aspirato, quantità che si può desumere leggendo sulla scala millimetrata l'abbassamento del livello del liquido.

Conosciuta quindi la quantità di liquido occorrente alla potabilizzazione dell'acqua basterà mediante apposito rubinetto regolarne il deflusso in modo che venga a formarsi, in seno al liquido, un determinato nu-

mero di bolle corrispondenti alla quantità di soluzione di ipoclorito che si vuole immettere nella condotta.

L'impianto funziona nel seguente modo: Riempito il boccione di liquido potabilizzante lo si mette in comunicazione con la condotta (b) mediante il rubinetto (R). Conosciuto precedentemente, per mezzo di de-

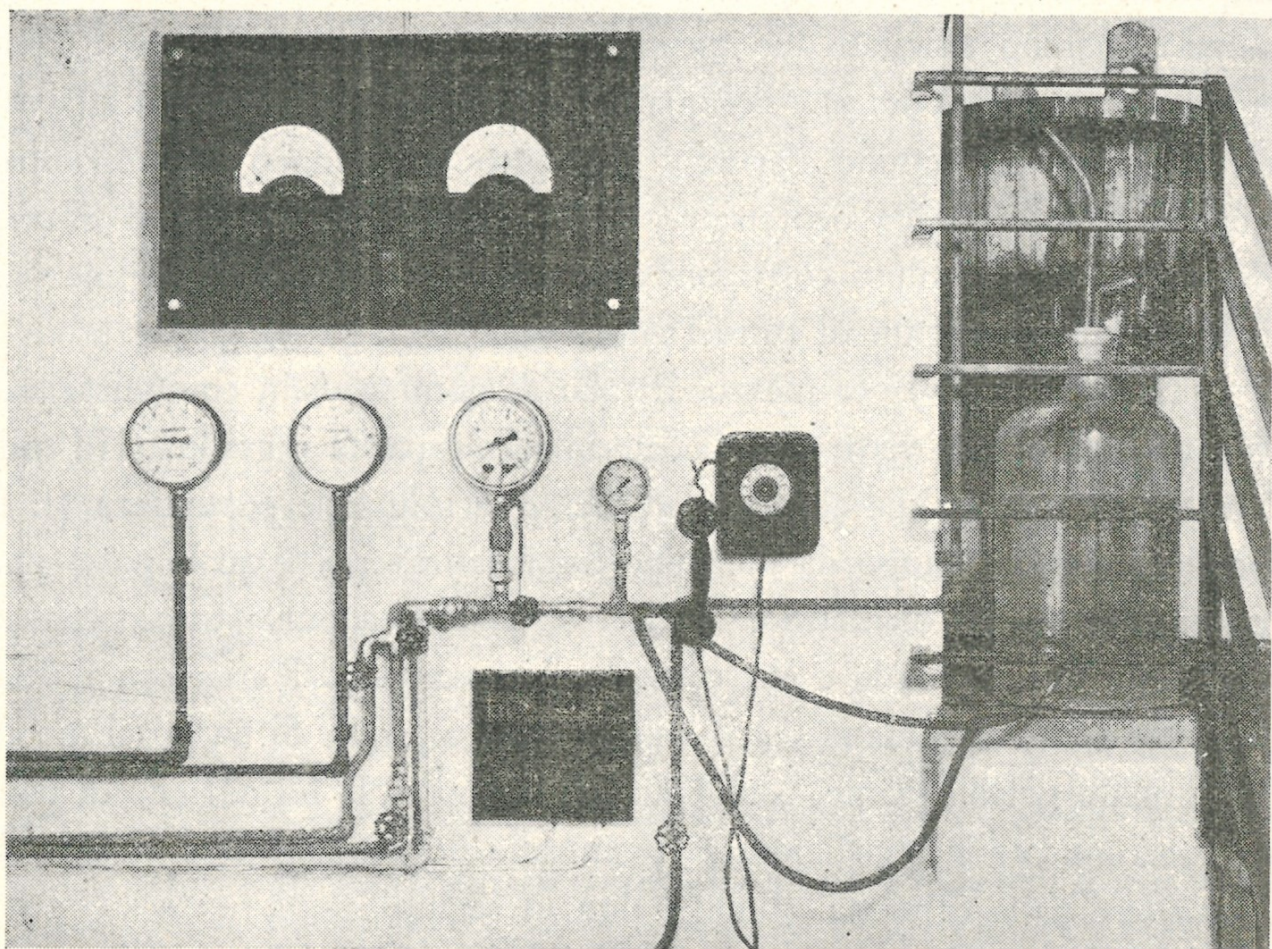


FIG. 3. - Apparato di controllo e comando dell'impianto di potabilizzazione.

terminazione sperimentale, il valore minimo della depressione compatibile con il buon funzionamento dell'impianto, lo si segna sul vacuometro per mezzo di apposito ago indicatore, in modo da garentirsi che, decrescendo la depressione per una causa qualunque, in valore assoluto, al di sotto del valore minimo voluto, tutto l'impianto venga automaticamente a fermarsi.

Innescata la pompa per mezzo di una derivazione partente dai serbatoi, si manda al gruppo elettropompa la corrente.

Messa in moto la pompa, l'impianto entra automaticamente in funzione e nella fase di « primo avviamento », l'unica cosa da fare è la regolazione del rubinetto (R).

Messo a punto il rubinetto (R), in modo da fare gorgogliare, nel boccione un numero di bolle corrispondente al volume di liquido necessario per il trattamento dell'acqua, esso dovrà soltanto subire inevitabili ritocchi durante le periodiche visite di controllo che è bene avvengano un paio di volte la settimana per apparecchi a funzionamento continuo.

Ad ogni variazione della portata (Q) della pompa, corrisponderà una variazione proporzionale del valore della depressione nella condotta di aspirazione e quindi una variazione della aspirazione della soluzione potabilizzante.

Al disotto di un certo valore limite di depressione, « valore critico », caratteristico di ogni impianto, la proporzionalità tra la portata della pompa e la quantità di liquido aspirato non sarà più in proporzione agli effetti della potabilizzazione, e si tende ad avere un eccesso di liquido potabilizzante (fig. 4).

Come dianzi è stato detto tale « valore critico » rappresenta il valore minimo di funzionamento compatibile con il buon andamento di tutto il complesso di potabilizzazione.

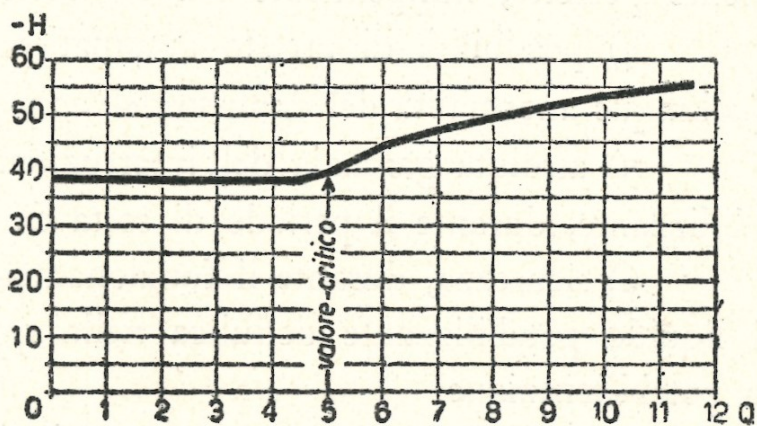


FIG. 4. — Diagramma caratteristico del funzionamento dell'impianto sperimentale.

L'impianto ora descritto, ha funzionato ininterrottamente per più di due mesi, assicurando il fabbisogno idrico dell'Istituto.

I numerosi controlli chimici e batteriologici, eseguiti nella fase sperimentale e saltuariamente durante il funzionamento, hanno dato risultati lusinghieri nonostante le frequenti interruzioni di corrente e i cambiamenti di voltaggio che hanno dato frequenti variazioni di portata.

Per l'apparecchio descritto il minimo di portata corrispondente al « valore critico » di funzionamento dell'impianto agli effetti della potabilizzazione, è risultato (fig. 4), poco meno della metà della portata della pompa e precisamente di circa 5,80 l/s. con un eccesso di cloro non superiore a 0,01 mg/l.

Ringrazio il prof. Babudieri del Laboratorio di Batteriologia e in particolar modo il prof. Visintin, del Laboratorio di Chimica il quale oltre

ad eseguire le analisi chimiche occorrenti per il funzionamento dell'impianto, mi fu largo di utili consigli.

L'impianto venne eseguito nell'Officina Meccanica dell'Istituto.

I risultati ottenuti, nella fase sperimentale e nel periodo di funzionamento possono così riassumersi:

1) possibilità della più intima e perfetta mescolanza della soluzione di ipoclorito e dell'acqua da potabilizzare, poichè essendo costretti a passare fra le giranti della pompa danno l'assoluta garanzia della loro più completa e intima mescolanza;

2) variazione proporzionale ed automatica della portata della soluzione di ipoclorito in funzione della variazione della portata dell'acqua;

3) completa autonomia dell'impianto, con capacità di funzionamento perfetto, indipendente dal controllo continuo di personale;

4) possibilità di arresto automatico di tutto l'impianto per una qualunque anomalia del deflusso dell'acqua o del liquido potabilizzante;

5) assoluta garanzia dell'interruzione dell'afflusso del liquido potabilizzante, durante il periodo di sosta dell'impianto;

6) sicurezza, durante il funzionamento normale dell'impianto che il liquido potabilizzante defluisca nella quantità fissata, sufficiente per la potabilizzazione;

7) possibilità di usare concentrazioni molto basse di liquido potabilizzante in modo da rendere più difficile o per lo meno più lenta la formazione di incrostazioni e corrosioni nelle tubazioni di adduzione.

RIASSUNTO

Vengono descritti un nuovo tipo di dosatore automatico di liquido a depressione e la sua applicazione in un impianto per la clorazione di acqua potabile.

Roma. — Istituto Superiore di Sanità - Laboratorio di ingegneria sanitaria.

BIBLIOGRAFIA

- S. V. FAGO, « Potabilizzazione delle acque », Ed. Hoepli, Milano (1941).
C. MISTRANGELO, « Provvista e distribuzione di acqua potabile », Ed. Hoepli, Milano (1941).

- MAC CONNEL, « The sterilization of drinking water with minimal doses of chlorine », Indian J. Med. Res, 20, 15 (1936).
- J. RACE, « Chlorination of water », Wiley & Sons, New York (1918).
- E. HOPKINS, « Water purification control », Williams & Wilkins Co., New York (1932).
- T. FOLPMERS, « Entkeimung von Wasser durch Chlor und Chlorverbindungen », Von Wasser, Verlag Chemie G.M.B.H., Berlin (1931).
- PH. BUNAU-VARILL, « Guide théorique et pratique de la Verdunisation », Bailliere et Fils Ed., Paris (1930).
-