

12. TRATTAMENTO DELLE SPAZZATURE CON IL CLORO.

In questa memoria si riferisce sulle esperienze che l'Istituto di Sanità Pubblica ha effettuato sul trattamento delle spazzature con il cloro.

Numerosi sono i metodi proposti per trattare le spazzature e molti sono stati presi in esame dall'Istituto; uno dei processi che è stato per prima studiato è quello che si fonda sull'azione del cloro.

Tralasciando di riportare i tentativi che già in questo senso furono fatti, si ricorda che le prime esperienze risalgono al 1924 e furono compiute da Lo Monaco; egli adoperò mezzi improvvisati i quali tuttavia servirono a dare i primi risultati che misero in evidenza l'azione sterilizzatrice del cloro; anche qualche prova fu istituita per lo studio del potere concimante della spazzatura così trattata, ma tali prove ebbero solo un carattere orientativo e quindi insufficienti per dedurre qualche conclusione.

Il metodo è stato ripreso dal dott. Gori Carradori che ha ideato un dispositivo di clorazione — protetto da brevetto — col quale ha cercato di ottenere automaticità e continuità nelle fasi di carico e scarico della spazzatura, uniforme diffusione del cloro e sufficiente durata di contatto, regolabile — entro certi limiti — secondo le necessità.

Tale dispositivo è stato realizzato a Novoli — località a circa 6 Km. da Firenze, attuale deposito della spazzatura — in scala semi-industriale ed è stato impiegato per le ricerche che formano l'oggetto di questa memoria.

Impianto sperimentale

È costituito da una specie di digestore in cemento, avente la forma di una grande bottiglia con il collo e la base leggermente conici in modo da facilitare per gravitazione, l'uscita della spazzatura. La capacità è di circa 6 mc. talchè può contenere circa 40 q.li di spazzatura dato che questa viene naturalmente a comprimersi.

Il materiale s'introduce in modo continuo dall'alto a mezzo di elevatore meccanico e ne esce dal basso, anche in modo continuo, mediante uno scaricatore a nastro; il tutto è regolato in maniera che il materiale rimanga circa 24 ore nel digestore.

L'immissione del cloro si effettua a circa metà altezza del digestore e precisamente alla base del collo, mediante 4 ugelli che sboccano in 4 punti diversi.

Il cloro è compresso in bombole ed è erogato alla pressione di circa cm. 1,5-2 di acqua; la bombola poggia su di una bilancia che consente di pesare la quantità di gas consumata mentre un manometro ne controlla la erogazione.

La fig. 1 è uno schizzo del digestore con le relative dimensioni; le figg. 2 e 3 lo riproducono rispettivamente dai lati dove avviene il carico e lo scarico della spazzatura; la fig. 4 mostra la bombola di cloro con gli apparecchi che controllano la erogazione del gas ed un dettaglio della griglia di scarico.

Poichè interessava principalmente studiare l'azione del cloro, non si è preso in considerazione la parte meccanica relativa al carico ed allo scarico della spazzatura, realizzata con mezzi limitati ed improvvisati e quindi soggetta a notevoli miglioramenti. Infatti in una eventuale grande installazione, la spazzatura sarebbe scaricata in alto nella bocca del digestore direttamente dagli autocarri senza quindi ricorrere all'im-

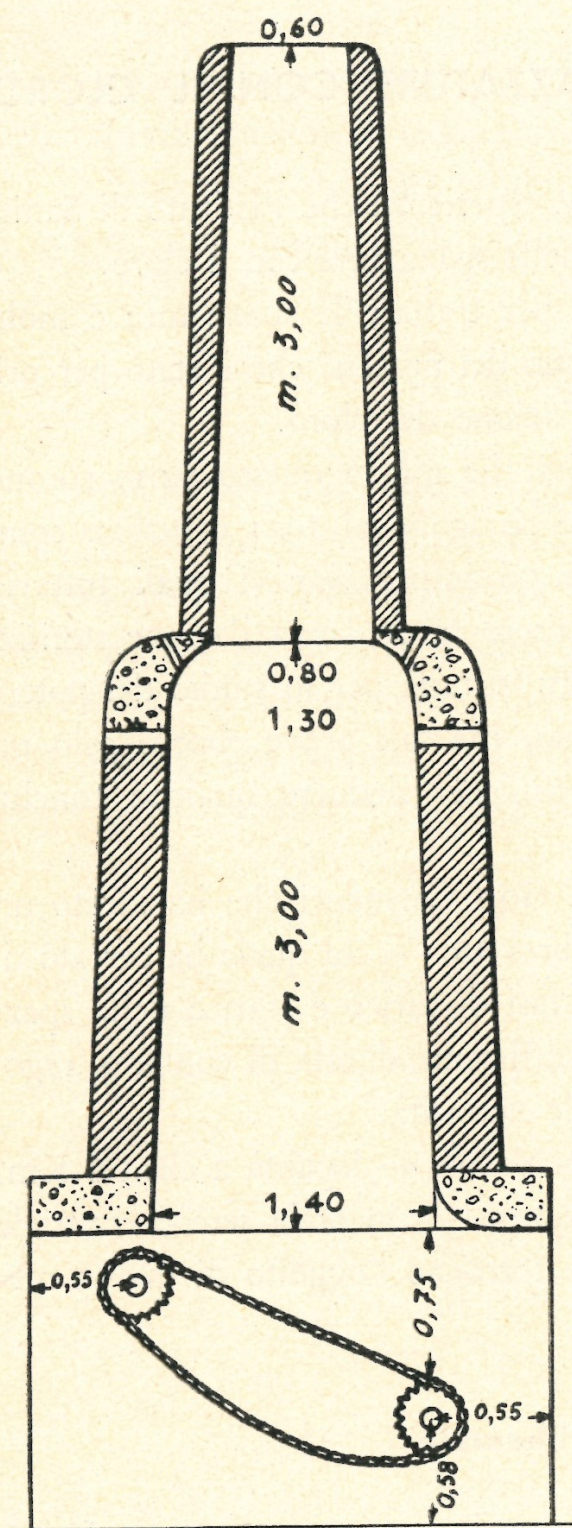


FIG. 1.

tuale grande installazione, la spazzatura sarebbe scaricata in alto nella bocca del digestore direttamente dagli autocarri senza quindi ricorrere all'im-



FIG. 2. - Digestore: dispositivo di carico.

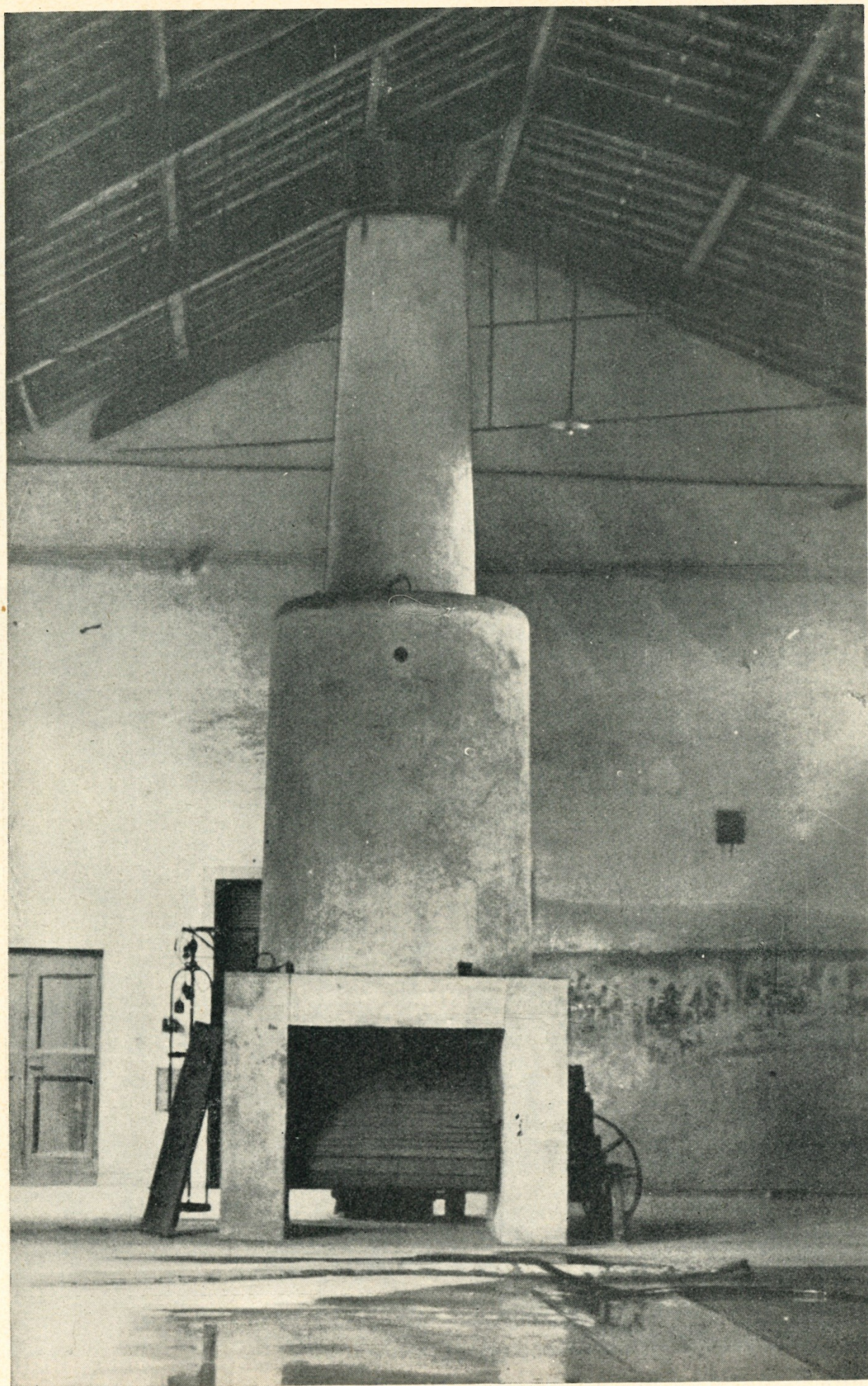


FIG. 3. - Digestore: dispositivo di scarico.

piego di elevatori; dopo l'azione del cloro, sarebbe scaricata dal digestore, mediante una griglia analoga all'attuale, e portata su un nastro scorrevole che percorrerebbe un cammino sufficientemente lungo per consentire prima l'eliminazione parziale dell'umidità e dell'eventuale eccesso di cloro mediante aspiratori, poi la vagliatura per la separazione del terriccio ed infine la cernita della parte rimasta sul vaglio.

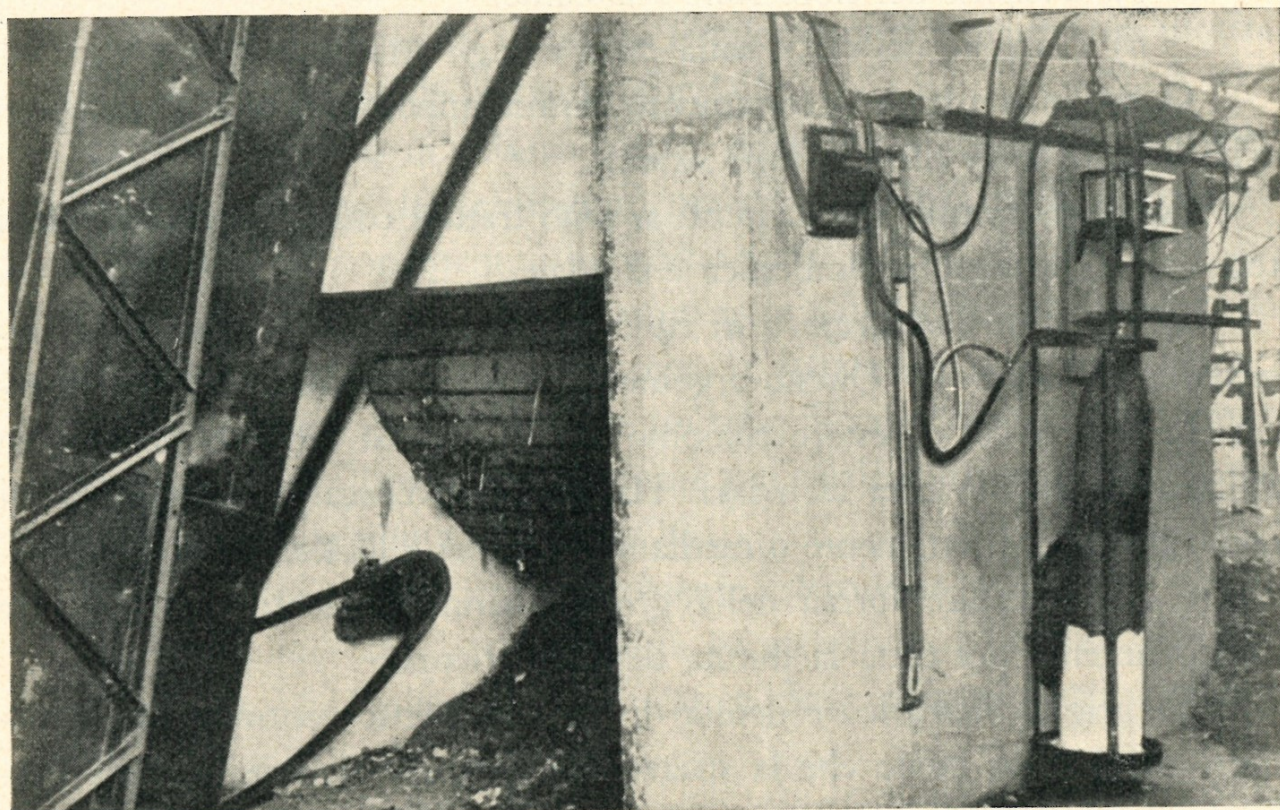


FIG. 4. - Immissione del cloro.

Tale cernita potrebbe essere agevolata ricorrendo a dispositivi rotanti forniti di rampini per raccogliere la carta e gli stracci ed a elettrocalamite per separare le parti metalliche.

Si avrebbe quindi un complesso che potrebbe consentire un buon funzionamento, una rapida messa in lavorazione della spazzatura, una parziale eliminazione di umidità ed una facilitazione della cernita.

PARTE SPERIMENTALE.

Le esperienze hanno avuto lo scopo di conoscere:

- a) La funzionalità del dispositivo nei riguardi del carico e scarico della spazzatura e specialmente della clorazione.
- b) L'andamento del processo di clorazione.

c) Le variazioni di volume, di peso e di umidità subite dalla spazzatura a seguito dell'azione del cloro.

d) L'efficacia sterilizzante del cloro nelle condizioni dell'esperienza.

e) Le percentuali di terriccio e dei prodotti della cernita.

f) Le proprietà del terriccio e dello sfagno.

g) L'azione del cloro sullo scatolame.

h) L'azione del cloro sulla carta e sugli stracci.

Questi due ultimi accertamenti hanno importanza per il recupero dello stagno, della carta e degli stracci.

Per studiare tutti questi punti si sono trattati complessivamente circa 1000 q.li di spazzatura domestica e stradale.

a) *Dispositivo meccanico di carico e scarico della spazzatura ed immissione del cloro.* — Questo argomento si è già precedentemente accennato. La forma del digestore consente che il cloro si diffonda abbastanza uniformemente su tutta la massa; l'istallazione verticale del digestore, il carico dell'alto direttamente o mediante elevatori e lo scarico in basso mediante la particolare forma della griglia, hanno consentito un regolare funzionamento per tutta la durata delle esperienze.

La griglia di scarico è dotata di un movimento continuo ma lentissimo, regolato in modo che la spazzatura impieghi circa 24 ore per percorrere tutto il digestore; naturalmente la velocità di rotazione della griglia può variarsi e con essa varia la durata della permanenza della spazzatura nel digestore.

L'immissione del cloro con 4 ugelli posti alla fine del collo del digestore, proprio nella zona dove la spazzatura trovando un maggiore spazio a disposizione tende a distendersi, permette che il cloro possa investirla nella sua totalità.

I risultati che verranno in seguito esposti hanno appunto portato a tale deduzione.

b) *Andamento del processo di clorazione.* — Si è impiegato in media Kg. 0,65-0,70 di cloro per q.le di spazzatura. Prima di iniziare le esperienze si è messo a regime il dispositivo lasciandolo lavorare continuamente 5 giorni con una media di circa 40 q.li di spazzatura nelle 24 ore.

Per conoscere la distribuzione termica nel digestore sono state fatte misure di temperatura in diversi punti con termometri a massima e con termografi.

A circa 30 cm. al disotto della zona d'immissione del cloro e per circa 20 cm. nell'interno della massa in lavorazione, è stato posto un bulbo di un termografo. I relativi termogrammi hanno dimostrato che la temperatura si è mantenuta abbastanza costante intorno a 32°C . Si sono notate delle brevi oscillazioni con dei massimi a $41-42^{\circ}\text{C}$. e dei minimi a $21-22^{\circ}\text{C}$. in corrispondenza di aumentate o diminuite immissioni di cloro.

Una seconda serie di misure è stata fatta a circa 125 cm. al disotto della zona di erogazione del cloro. La temperatura si è mantenuta intorno a 48°C . raggiungendo dei massimi a 53°C .

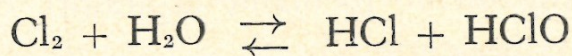
Una quarta serie di misure è stata effettuata alla griglia di scarico immergendo il bulbo del termografo per circa 100 cm. nella spazzatura. La temperatura si è mantenuta intorno a $57-60^{\circ}\text{C}$.

Infine per conoscere la temperatura massima raggiungibile nel dispositivo di clorazione, si è mescolato con la spazzatura un termometro a massima opportunamente protetto in un tubo di rame chiuso all'estremità, raccogliendolo poi all'uscita del digestore nel quale è rimasto circa 23 ore. La temperatura raggiunta è stata 57°C .

Durante queste esperienze l'ambiente esterno era 15°C .

Risulta quindi che la temperatura va crescendo dalle zone d'immissione dal cloro fino alla bocca di scarico dove praticamente raggiunge quella massima.

Naturalmente l'andamento termico della clorazione dipende dalla qualità della spazzatura e specialmente dalla percentuale di umidità, nel senso che il riscaldamento aumenta con l'umidità. Infatti il calore molecolare di dissoluzione del cloro a 12°C . è circa 4.650 calorie; la sua solubilità a 10°C . è di g. 0,99 per 100 g. di acqua e diminuisce con l'aumentare della temperatura. Sia però i dati termici che quelli di solubilità sono influenzati dalla idrolisi che avviene secondo la:



ed il cui grado aumenta con la diluizione.

È evidente che se le percentuali di acqua della spazzatura raggiungono valori elevati, le calorie assorbite saranno tali da limitare l'aumento di temperatura durante la clorazione. Si è constatato infatti che lavorando spazzature molto umide, le temperature si sono notevolmente abbassate.

La spazzatura all'uscita del digestore ha, come si è detto, la temperatura di 57-60° C. I vapori hanno reazione leggermente alcalina e non contengono cloro; la massa ha invece reazione acida; nelle parti vegetali si è riscontrata la presenza di cloro.

Durante il corso delle esperienze è capitato che nella spazzatura trattata si sia avvertito la presenza di cloro allorchè se ne è erogato una quantità superiore a Kg. 0,70 per q.le di prodotto. In una realizzazione pratica, in considerazione che la quantità di cloro consumata varia con la composizione della spazzatura e specialmente con la sua percentuale di acqua, bisognerà che si tenga presente la necessità di dovere variare la velocità d'immissione del cloro per cui la bombola, oltre ad essere posta su una bilancia registratrice, dovrà essere munita di adatti manometri che dovranno consentire misure di pressione dell'ordine di 1-2 cm. di acqua.

L'eventualità dianzi dimostrata che si abbia sviluppo di cloro alla uscita del digestore richiede che esso non sia incassato bensì libero, specialmente alla bocca di scarico, in modo da permettere un rapido ricambio d'aria e l'immediato allontanamento degli operai.

c) *Variazioni di volume e di peso delle spazzature a seguito della azione del cloro.* — Le esperienze sono state condotte separatamente su spazzatura domestica e stradale.

In un primo tempo si è caricato l'apparecchio esclusivamente con spazzatura domestica che è stata pesata e di cui è stato determinato il volume totale, il peso specifico e l'umidità. Dopo l'azione della clorazione, la spazzatura è stata lasciata circa due giorni all'aria in strato sottile, dopo di che ne è stato determinato il peso specifico, il peso totale, il volume totale e l'umidità. Tali determinazioni sono state eseguite, come si è detto, dopo una conveniente esposizione all'aria per consentire al materiale di asciugarsi almeno in parte, in quanto in una realizzazione pratica è prevista una fase di asciugamento mediante aspiratori, che continua poi, naturalmente, durante la cernita.

In 56 ore di lavoro continuo sono stati caricati nel dispositivo di clorazione mc. 24,8 di spazzatura domestica corrispondenti a q.li 67,4 con il 48 % di umidità e dal peso specifico di Kg. 272 per mc.

Dopo l'azione del cloro, di cui se ne è consumato circa Kg. 0,70 per q.le, la spazzatura è stata esposta all'aria per circa 47 ore in strati alti circa cm. 10. Dopo di che si sono ripetute le misure trovando che il vo-

lume totale si era ridotto a mc. 12,1, il peso totale a q.li 44, l'umidità a 30,00 % ed il peso specifico era aumentato a q.li 367 per mc.

In definitiva si sono avute le seguenti variazioni:

a) diminuzione di volume	51 %
b) diminuzione di peso	35 %
c) diminuzione di umidità	37 %
d) aumento di peso specifico	31 %

In 24 ore di lavoro continuo sono stati caricati nel dispositivo di clorazione mc. 13,5 di spazzatura stradale corrispondenti a q.li 50,5 con il 40 % di umidità e dal peso specifico di Kg. 404 per mc.

Dopo l'azione del cloro, di cui ne è stato consumato Kg. 0,65 per q.le, la spazzatura è stata esposta all'aria per circa 48 ore in strati alti circa cm. 10. Indi si sono ripetute le stesse misure con che si è constatato che il volume si era ridotto a mc. 7,7, il peso a q.li 30, l'umidità al 23 %, mentre il peso specifico era aumentato a Kg. 384 per mc. In definitiva si sono avute le seguenti variazioni:

a) diminuzione di volume	43,0 %
b) diminuzione di peso	40,5 %
c) diminuzione di umidità	42,5 %
d) aumento di peso specifico	4,35 %

Riassumiamo nella seguente tabella i valori ottenuti:

SPAZZATURA DOMESTICA		SPAZZATURA STRADALE	
Volume iniziale . mc.	24,8	Volume iniziale . mc.	13,5
» finale . »	12,1	» finale . »	7,7
Diminuz. volume.	51 %	Diminuz. volume.	43 %
Peso iniziale . . q.li	67,4	Peso iniziale . . q.li	50,5
» finale . . »	44	» finale . . »	30,0
Diminuz. di peso.	35 %	Diminuz. di peso.	40,5 %
Umidità iniziale .	48 %	Umidità iniziale .	40 %
» finale .	30 %	» finale .	23 %
Diminuz. umidità.	37 %	Diminuz. umidità.	42,5 %
Peso spec. iniziale. Kg.	272 p. mc.	Peso spec. iniziale Kg.	373 p. mc.
» » finale . »	367 »	» » finale . »	389 »
Aum. peso specif.	31 %	Aum. peso specif.	4,35 %

Da questi valori si desume che a seguito del descritto trattamento la spazzatura (domestica e stradale considerata assieme) subisce in media, una riduzione di volume del 45 %, una diminuzione di peso del 35 % ed una diminuzione della percentuale di umidità del 35 %. Mentre per la spazzatura stradale l'aumento di peso specifico è trascurabile, diventa invece notevole per la domestica, il che si spiega con la natura stessa dei due tipi di spazzatura in quanto la domestica è costituita da materiale facilmente comprimibile. Si vede che la perdita di peso è dovuta alla diminuita percentuale di acqua che si allontana per l'esotermicità del trattamento del cloro.

La diminuzione di volume rappresenta un vantaggio perchè consente di ridurre la capacità dei depositi; è questo un fattore che non si può trascurare trattandosi di quantitativi rilevanti di materia prima. Basterà ricordare che in Italia un centro di 100.000 abitanti produce circa 500 q.li al giorno di spazzatura che occupano in media 150 mc.

La parziale essiccazione del materiale rappresenta un vantaggio per la cernita giacchè la vagliatura si pratica tanto più convenientemente quanto più il materiale è asciutto.

Bisogna tener presente che i valori riportati si riferiscono a quel determinato tipo di spazzatura con cui si è sperimentato e quindi non possono considerarsi generali. La spazzatura, come è noto, è un materiale molto eterogeneo, variabile da città a città e con le stagioni.

Inoltre, come prima si è detto, i dati sono stati ottenuti dopo esposizione all'aria della spazzatura per circa 48 ore ed in strati di cm. 10 in quanto questo trattamento doveva sostituire l'essiccazione realizzabile con aspiratori e durante la cernita; si tratta qui di un ripiego che, pur non consentendo di ottenere valori precisi, era però necessario.

d) *Efficacia sterilizzante del cloro.* — Per tale studio sono state eseguite dal prof. Canio Russo del Laboratorio di Batteriologia dell'Istituto, una serie di prove microbiologiche e sono stati prelevati i seguenti campioni:

Campione N.	1	—	Spazzatura domestica fresca.
»	»	2	» stradale »
»	»	3	» » clorata.

- Campione N. 4 — Spazzatura domestica clorata e vagliata.
- » » 5 — Terriccio vagliato da spazzatura domestica clorata, ed esposto sette giorni all'aria.
- » » 6 — Terriccio vagliato dalla spazzatura domestica, ed ed esposto due giorni all'aria.
- » » 7 — Straccio prelevato dalla spazzatura clorata.
- » » 8 — Osso prelevato dalla spazzatura clorata.
- » » 9 — Vetro prelevato dalla spazzatura clorata.
- » » 10 — Metallo prelevato dalla spazzatura clorata.
- » » 11 — Spazzatura domestica clorata.
- » » 12 — Terriccio vagliato di fresco dalla spazzatura stradale.
- » » 13 — Terriccio vagliato di fresco dalla spazzatura stradale clorata.
- » » 14 — Spazzatura previamente infettata con colture di bacillo di Koch, di bacillo prodigioso, di bacillo di Eberth-Gaffky, di spore del bacillo del carbonchio ematico, e poi sottoposta per 24 ore all'azione del cloro nel digestore che ha funzionato a regime normale, cioè g. 650 di cloro per q.le di spazzatura alla temperatura massima di 57-60° C.

Su questi campioni sono state condotte una serie di ricerche allo scopo di isolare germi non sporigeni e sporigeni. Lo studio batteriologico è stato praticato sempre su 1 g. di campione operando come segue:

1 g. di campione è stato portato in una bottiglia di Erlenmeyer sterilizzata e contenente 100 cc. di acqua sterilizzata. Per agitazione si è distribuito uniformemente il campione nel liquido e con pipetta sterilizzata se ne sono prelevate frazioni note di centimetro cubico con cui si sono fatte le culture in capsule di Pedri, di cui parecchie anaerobiche.

Nella tabella che segue sono riassunti i risultati ottenuti:

N.	C A M P I O N E	Numero dei germi	Anaerobi
1	Spazzatura domestica fresca	780.000.000	100
2	» stradale fresca	790.000.000	1000
3	» » clorata	800.000	10
4	» domestica clorata e vagliata . . .	100.000	5
5	Terriccio vagliato da spazzatura domestica clorata ed esposto sette giorni all'aria . .	900.000	10
6	Terriccio vagliato da spazzatura domestica clorata ed esposto due giorni all'aria . .	700.000	10
7	Straccio prelevato dalla spazzatura clorata .	400.000	5
8	Osso prelevato dalla spazzatura clorata . .	300.000	0
9	Vetro prelevato dalla spazzatura clorata . .	110.000	0
10	Metallo prelevato dalla spazzatura clorata .	25.000	0
11	Spazzatura domestica clorata	500.000	0
12	Terriccio vagliato di fresco dalla spazzatura stradale	200.000.000	100
13	Terriccio vagliato di fresco dalla spazzatura stradale clorata	600.000	5

Sul campione n. 14 concernente la spazzatura infettata con culture varie e poi clorata si è riscontrato:

Stafilococco piogeno aureo	assente
Bacillo prodigioso	»
» piocianeo	»
» di Eberth-Gaffky	»
» della difterite	»
» dissenterico Shiga-Kruse	»
» tubercolare	»

(10 cavie inoculate con il bacillo tubercolare in coltura del campione 14, sopravvivono dopo tre mesi e sono aumentate normalmente di peso; all'esame anatomico-patologico non si è riscontrata alcuna lesione specifica).

Bacillo mesenterico con spore di 3-4 mesi	presente
» del tetano sporulato	»
» del carbonchio ematico sporulato	»

Si deduce pertanto che nelle condizioni di queste esperienze, eseguite con l'impianto sperimentale di Novoli durante le quali la spazzatura fresca, avente una umidità media del 40-48 %, è stata trattata per 24 ore con g. 0,650-0,700 di cloro gas per q.le di spazzatura, si è osservato:

1) Una sensibile spiccata riduzione nel quantitativo batterico la cui entità dipende dalla durata dell'azione del cloro e dalla temperatura che si raggiunge nell'apparecchio di clorazione.

2) La distruzione di germi patogeni e saprofiti quali lo stafilococco piogeno aureo, il bacillo prodigioso, il bacillo piociano, il bacillo della febbre tifoidea, della dissenteria, di Koch, della difterite nel quale la dissoluzione del plasma produce il fenomeno della plasmoptisi e della plasmolisi e la batteriolisi ne compie il ciclo finale ed i germi scompaiono per qualsiasi ricerca microscopica, culturale, biologica e sierologica.

3) I batteri sporigeni sono resistenti alla clorazione; potrebbero forse essere distrutti mediante un maggiore quantitativo di cloro (il che come si è detto precedentemente, non è agevolmente realizzabile perchè percentuali maggiori di cloro non vengono trattenute dalle spazzature e si ritrovano all'uscita dall'apparecchio), una temperatura di clorazione più elevata, ed una maggiore permanenza della spazzatura nell'apparecchio di clorazione.

e) *Percentuali di terriccio e prodotti della cernita.* — Per conoscere le percentuali di terriccio e di sovvalli (carta, stracci) ricavabili dalla spazzatura dopo l'azione del cloro, sono stati clorati quantitativi noti (in peso ed in volume) di spazzature; dopo l'azione del cloro e conseguente asciugamento, si è proceduto alla vagliatura per separare il terriccio ed alla cernita per separare i sovvalli; indi sono state separatamente determinate le caratteristiche (peso, volume, peso specifico ed umidità) delle singole porzioni così ricavate.

Sono stati caricati nel dispositivo di clorazione 12 mc. di spazzatura domestica (q.li 36) e 12 mc. di spazzatura stradale (q.li 48). In totale q.li 84 di spazzatura che hanno consumato Kg. 54,6 di cloro cioè Kg. 0,65 di cloro per q.le di spazzatura.

Dopo la clorazione il materiale è stato lasciato all'aria in strati di circa cm. 10 per 3 giorni; indi è stato vagliato per raccogliere il terriccio. La parte rimasta sopra al vaglio è stata cernita per separare dai sovvalli, le parti vegetali che costituiscono il cosiddetto « sfagno ».

Da 84 q.li di spazzatura (mc. 24) caricati nell'apparecchio di clorazione, si è ricavato:

a) Terriccio	. . .	mc. 7,54	q.li 37,2
b) Sfagno	. . .	» 3,70	» 7,0
c) Sovvalli	. . .	» 2,70	» 8,9

In totale si sono ricavati mc. 13,4 che pesano q.li 53,1. Si ha quindi una diminuzione di volume da mc. 24 a 13,4 cioè del 44,5 % ed una diminuzione di peso da q.li 84 a q.li 53 cioè del 37,0 %. Queste variazioni di volumi e di peso coincidono in maniera soddisfacente con quelli trovati nelle esperienze dianzi riportate. La concordanza dei valori è spiegabile dato che si è adoperato lo stesso tipo di spazzatura.

Il terriccio che se ne è ricavato rappresenta il 44,5 % del peso iniziale delle spazzature fresche, lo sfango il 8,3 %, i sovvalli il 10,60 %.

Quanto si ricava dalla vagliatura e dalla cernita rappresenta complessivamente il 63,4 % del peso iniziale della spazzatura fresca; la differenza a 100, cioè 36,6 %, rappresenta l'acqua che si è evaporata. Anche questa perdita coincide con quanto si è ritrovato nelle prove dianzi citate.

Queste esperienze hanno pertanto consentito di conoscere le percentuali di terriccio e di sovvalli ricavabili dalla spazzatura dopo l'azione del cloro e dopo un parziale essiccamento all'aria.

Circa l'interpretazione di queste percentuali vale quanto già precedentemente si è detto e cioè che esse dipendono dalla qualità della spazzatura che è soggetta a forti variazioni; inoltre influiscono su tali percentuali anche le modalità con cui si è effettuata la vagliatura e la cernita. Per queste ricerche si è adoperato un vaglio di proporzioni modeste e di costruzione alquanto improvvisata, mentre la cernita, cioè la separazione dello sfagno dai sovvalli, è stata fatta fare a mano da appositi cernitori.

f) *Proprietà concimanti del terriccio.* — Sono state eseguite le relative analisi chimiche mentre a cura della Stazione Sperimentale Agraria di Torino sono state istituite le prove di concimazioni i cui risultati non potranno essere noti che fra un paio di anni.

Si riportano i valori medi espressi in % di prodotto tal quale delle analisi di diversi campioni di terriccio:

Umidità a 100-105° C.	40,50
Carbonati (CaCO ₃)	7,36
Sostanze minerali (ceneri)	32,45
» organiche (perdita a fuoco detratta	
CO ₂ ed umidità)	26,89
Azoto ammoniacale	0,018
» organico	0,50
» nitrico	0,04

Anidride fosforica totale (P_2O_5)	0,41
Potassa totale (K_2O)	0,51
Cloruri (Cl)	1,02
Stato di umificazione	pochissimo avanzato

In base a tali risultati deve dedursi che per il contenuto totale di elementi fertilizzanti i campioni di terriccio esaminati possono paragonarsi al letame di stalla che si differenzia per una maggiore umidità e per un più basso contenuto in sostanze minerali. La percentuale dei carbonati alcalino terrosi è relativamente elevata il che, dato le forti percentuali di concime organico che si somministra al terreno, assume importanza per la correzione dei terreni acidi. L'esame poi delle diverse forme azotate e dello stato pochissimo avanzato di umificazione portano a ritenere che tale terriccio debba avere sulla nutrizione delle colture un'azione più lenta del letame maturo di stalla. La percentuale di cloruri, alquanto elevata, fa ritenere che il terriccio si presterebbe di preferenza per le concimazioni dei terreni umidi ed irrigati mentre non potrebbe impiegarsi sistematicamente nei terreni argillosi ed asciutti.

In definitiva però solo le prove di concimazione consentiranno di conoscere le reali proprietà fertilizzanti del terriccio ed il suo campo d'impiego.

Lo sfagno — residuo della cernita — costituito essenzialmente da vegetali: foglie, verdure, paglia, residui di fiori, potrebbe utilizzarsi come lettiera per gli animali o, dopo prolungata essiccazione all'aria, come combustibile.

g) *Azione del cloro sullo scatolame.* — È noto che vi sono numerose industrie che recuperano lo stagno dai ritagli di latta e dallo scatolame cernito dalla spazzatura con procedimenti elettrolitici o con processi chimici fondati sull'azione dissolvente del cloro. Si tratta di lavorazioni proficue ai fini autarchici ed era quindi necessario stabilire se ed in quale misura l'azione del cloro poteva pregiudicare tali lavorazioni.

A tale scopo furono prelevati, durante tali esperienze, 1 q.le di scatolame cernito dalla spazzatura non trattata e 40 Kg. di scatolame cernito dalla spazzatura trattata con il cloro.

Le esperienze che seguono furono eseguite presso lo stabilimento del dott. Maranca sito a Nocera Inferiore.

Si fece prima una cernita dei campioni trattati e no con il cloro, allo scopo di paragonare scatole che si trovavano inizialmente nelle stesse condizioni. Così si paragonarono fra loro scatole verniciate solo esternamente o solo internamente, scatole ricoperte di etichette e scatole che le avevano perdute, scatole in cui erano stati racchiusi prodotti poco corrosivi come alimentari in polvere o più corrosivi come conserve di pomodoro.

Il confronto effettuato con questi criteri ha consentito di mettersi in condizioni sufficientemente imparziali nel trarre un giudizio.

Da tale esame è risultato che, in linea di massima, lo scatolame proveniente dalla spazzatura clorata era più deteriorato. S'intende che anche fra questo materiale si sono rinvenute scatole che per essersi trovate in speciali condizioni di protezione rispetto all'azione del cloro, erano sufficientemente ben conservate; ma si trattava rispetto alla massa totale, di eccezioni.

Neanche la verniciatura riesce a proteggere lo stagno dall'azione del cloro quando questo trova l'ambiente adatto per la sua azione dissolvente; la vernice infatti si screpola e il sottostante strato di stagno si discioglie talvolta fino a liberare il ferro sottostante.

Per trarre però un giudizio fondato non solo su questi caratteri esterni ma anche su dati numerici, si è proceduto al recupero dello stagno dai due tipi di scatolame.

All'uopo Kg. 40 di scatolame proveniente dalla spazzatura trattata con il cloro, sono stati liberati dai fondi e tagliati in striscie; dalla massa così preparata, dopo essere stata bene omogenizzata, sono stati prelevati Kg. 20 di latta e sottoposti al processo per la estrazione dello stagno.

Con le stesse modalità si sono prelevati 20 Kg. di latta dallo scatolame proveniente dalla spazzatura non trattata e sottoposti allo stesso processo per la estrazione dello stagno.

Il processo, elaborato dal dott. Maranca, è protetto da brevetto ed è fondato sull'azione dissolvente del cloro nascente sulla superficie stagnata dei rottami di latta previamente preparata con clorato sodico; dalle soluzioni risultanti si ricava lo stagno per cementazione con rottami di zinco; si procede infine alla fusione ricavandone stagno puro in pani. Lo zinco adoperato è recuperato con altro processo — pure bre-

vettato — sotto forma di cloruro doppio di zinco ed ammonio utilizzato come mordente per saldature.

Nell'acclusa tabella sono riassunti i risultati di queste esperienze.

M A T E R I A L E	Kg. di latta	Stagno puro ricavato gr.	Rendimento in stagno per q.le di latta gr.
Non clorato	20	160	800
Clorato	20	100	500

Si deduce che a seguito del trattamento delle spazzature con il cloro, il rendimento in stagno ricavabile dallo scatolame, si abbassa da g. 800 a g. 500 per q.le cioè si ha una diminuzione di circa il 38 %.

Durante il processo di estrazione si è anche notato che usando lo scatolame cernito dalla spazzatura trattata con il cloro, il processo non procede con la stessa regolarità che si nota impiegando lo scatolame non trattato. Si è osservato infatti un maggiore consumo di acido cloridrico, una schiuma più abbondante, un rilevante deposito nei bagni di attacco.

Per porre però nella giusta luce l'entità della diminuzione di questo rendimento bisognerebbe riferirla alla globale produzione di stagno proveniente dallo scatolame cernito dalla spazzatura.

Qui il calcolo incontra le solite difficoltà già manifestatesi ogni volta che si vogliono ricavare le percentuali dei sovvalli cioè dei prodotti della cernita.

Si calcola che la percentuale di scatolame cernibile dalle spazzature sia circa il 2,5 %; questa cifra ci sembra elevata e le esperienze condotte a Novoli ci inducono ad assumere prudenzialmente una percentuale di circa la metà cioè del 1,0 %. Da un centro di 100.000 abitanti che produce in media 500 q.li giornalieri di spazzatura si dovrebbero ricavare giornalmente circa 5 q.li di scatolame che, in base alle esperienze citate e riassunte nella tabellina, darebbero Kg. 4,0 oppure Kg. 2,5 di stagno secondo che la spazzatura è grezza od è trattata con il cloro. Si avrebbe quindi, a seguito della clorazione, una perdita giornaliera di Kg. 1,5 di stagno, ed annuale di circa 5 q.li di stagno.

Tale perdita riferita alla popolazione agglomerata nei Comuni superiori ai 100.000 abitanti che è circa 8 milioni, sarebbe di Kg. 120 di stagno al giorno, cioè di 43,7 tonnellate all'anno.

Bisogna però aggiungere che tale perdita, sarebbe ridotta perchè, anche quando il processo al cloro dovesse trovare largo impiego, non potrebbe applicarsi con uguale successo in tutti i Comuni. Il problema della utilizzazione delle spazzature offre infatti diverse soluzioni da scegliersi secondo la natura delle spazzature e secondo il carattere agricolo od industriale della zona circostante. È evidente quindi che in taluni Comuni si potrebbero preferire altri metodi di utilizzazione delle spazzature.

Convienne anche far notare che lo scatolame cernito dalle spazzature non rappresenta la principale materia prima per il recupero dello stagno che si pratica invece specialmente sui ritagli di latta provenienti dalle fabbriche di scatole. D'altra parte si potrebbe considerare l'opportunità d'indurre le famiglie, con adatta propaganda, a non mandare lo scatolame nella spazzatura, bensì raccoglierlo in un recipiente a parte; oppure si potrebbe affidare ad altre organizzazioni la raccolta di questo materiale.

h) *Azione del cloro sulla carta e sugli stracci.* — È noto che gli stracci cerniti dalla spazzatura sono da tempo utilizzati per la produzione di tessuti e Prato è il centro di tali lavorazioni.

Anche la carta cernita dalle spazzature è inviata alle cartiere che la impiegano per la produzione di nuova carta.

Per conoscere se ed in quale misura l'azione del cloro pregiudica tali utilizzazioni, furono prelevati, durante tali esperienze, 1 q.le di carta ed 1 q.le di stracci cerniti dalla spazzatura fresca ed 1 q.le di carta e di stracci cerniti dalla spazzatura clorata.

Le ricerche microscopiche e l'esame delle proprietà meccaniche furono eseguite presso l'Istituto Tecnico Ind.le T. Buzzi di Prato.

Tali ricerche hanno mostrato che nelle condizioni delle nostre esperienze, le proprietà merceologiche degli stracci si conservano pressochè inalterate.

La limitata efficacia dell'azione del cloro è spiegabile in quanto lo strato di sudiciume che ricopre gli stracci, impedisce che il cloro possa agire in profondità ed attaccare le fibre.

Le stesse indagini condotte sulla carta hanno mostrato che l'azione del cloro è, in genere, più appariscente di quanto non lo sia sugli stracci. La carta, infatti, cernita dalla spazzatura clorata è leggermente ingiallita, più friabile e meno resistente. Tuttavia si ha nel complesso un materiale che è riutilizzabile.

Per avere una misura sia pure approssimata della entità dell'azione del cloro si voleva adoperare materiale a fibre proteiche e cellulosiche con caratteristiche meccaniche note che dovevano poi nuovamente determinarsi dopo l'attacco del cloro.

Poichè nel frattempo l'impianto di Novoli era stato completamente smontato, ci si è dovuti limitare ad esperienze di laboratorio cercando, per quanto era possibile, di riprodurre le stesse condizioni sperimentali. All'uopo ritagli di tessuti di cotone, lana, e rayon e vari tipi di carta, con caratteristiche note, furono intimamente mescolati con i principali componenti della spazzatura (vegetali freschi 35 %, ceneri e materiale terroso 25 %, segatura 20 %, latta e metalli vari 3 %, ossa 1 %), in modo da riprodurre — sia pure con molta approssimazione — un assieme analogo alla spazzatura. Si ottenne così una miscela avente circa il 40 % di umidità. Il tutto fu sottoposto per 24 ore all'azione del cloro alla concentrazione di Kg. 0,650 per q.le di materia prima. I ritagli di tessuto e la carta furono estratti dalla massa, lasciati all'aria per 2 giorni, dopo di che se ne determinarono le principali caratteristiche.

Si constatò che:

A) I manufatti di lana avevano conservato la loro resistenza, mentre l'elasticità era aumentata del 13 % in ordito e del 8,2 % in trama. La struttura tipica della lana si manteneva inalterata, aumentava la lucentezza delle fibre e l'affinità verso le materie coloranti.

B) I manufatti di cotone avevano perduto il 3,7 % della resistenza in trama ed il 2,8 % in ordito. La cellulosa del cotone era parzialmente trasformata in alcuni punti, in ossicellulosa ed in idrocellulosa.

I manufatti di rayon avevano perduto il 19,3 % di resistenza in ordito ed il 29,4 % in trama. La cellulosa del rayon risultava in alcuni punti parzialmente ossidata ed idrolizzata.

La carta si mostrava ingiallita e poco resistente; in qualche punto la cellulosa era parzialmente ossidata ed idrolizzata.

Per quanto queste esperienze siano state realizzate in laboratorio, tuttavia hanno consentito di mostrare che l'azione del cloro — in quelle condizioni sperimentali — non altera le fibre proteiche e le fibre cellulosiche del cotone; le fibre di seta artificiali subiscono una diminuzione della loro resistenza.

In definitiva dal complesso delle prove eseguite sul materiale prelevato durante le esperienze istituite a Novoli si può dedurre che gli stracci costituiti da fibre proteiche (lana, seta naturale) rimangono inalterati; le fibre cellulosiche (cotone) subiscono lievi alterazioni che non ne pregiudicano la riutilizzazione; le fibre artificiali (rayon) e la carta subiscono invece alterazioni più sensibili.

Alla fine delle esperienze si constatò che le parti meccaniche (elevatore, griglia, motore), e le pareti in cemento, sia internamente che esternamente, del digestore non avevano subito alterazioni.

Dalle ricerche eseguite si può concludere:

La spazzatura trattata con il cloro nelle condizioni descritte mostra:

a) una diminuzione di volume del 45 %, di peso del 35-40 %, di umidità del 37-42 %;

b) una sensibile riduzione del quantitativo batterico; i batteri sporigeni resistono invece alla clorazione.

Dalla spazzatura così trattata si ricavano le seguenti percentuali di prodotti riferite alla spazzatura fresca:

Terriccio 44 %; sovvalli (prodotti della cernita) 10 %, sfagno (parti vegetali) 8 %.

L'azione del cloro non altera le fibre proteiche; le fibre cellulosiche subiscono lievi alterazioni che però non ne pregiudicano la rivalutazione; le fibre artificiali mostrano invece alterazioni più sensibili.

L'azione del cloro diminuisce di circa il 38 % il rendimento dello stagno recuperabile dalla latta dello scatolame.

Il digestore, così come è stato ideato, consente una rapida lavorazione e quindi un agevole smaltimento della spazzatura ed una sufficiente uniforme distribuzione del cloro. Le parti meccaniche di carico e scarico della spazzatura — eventualmente disposte in modo da consentire contemporaneamente anche il lavaggio dei bidoni vuoti — i nastri trasportatori con gli annessi dispositivi per la ventilazione e la cernita, previsti per una grande installazione potranno essere esaminati quando questa sarà compiuta.

Non si vuole entrare in questa memoria nella parte economica del procedimento, che è stata illustrata in altra sede anche in confronto con

quella di altri processi. Per darne un'idea, basterà accennare che per una cittadina di 100.000 abitanti le spese d'impianto per la costruzione di due digestori in cemento della capacità singola di circa 30-31 mc. corredati delle parti meccaniche per il carico e lo scarico della spazzatura, dei nastri trasportatori e dei dispositivi per la vagliatura e la cernita, dovrebbero aggirarsi sulle L. 400-450 mila. Le spese di esercizio sarebbero essenzialmente costituite oltre che dagli interessi sul capitale e dalla manutenzione delle macchine ed opere murarie, dalla mano d'opera, dall'energia elettrica e dal cloro. La mano d'opera verrebbe ad incidere per circa lire 180.000 annue e l'energia elettrica per circa L. 22.000 annue; il consumo giornaliero di cloro, posto una produzione massima giornaliera di 500 q.li di spazzatura, cioè Kg. 0,5 al giorno per abitante, sarebbe di circa Kg. 325-350, cioè circa g. 3 di cloro per abitante; si può ritenere che tali quantitativi di cloro costino oggi, porto compreso, L. 325-350; annualmente si avrebbe quindi un consumo di 1186-1277 q.li di cloro (poco più di 1 Kg. per abitante) con una spesa di L. 118.600-127.700.

Le entrate sono rappresentate dalla vendita del terriccio, dei prodotti della cernita (scatolame, stracci, carta, parti metalliche, ossa, vetro, cuoio, ecc.) e dal cosiddetto sfagno costituito come si è detto, principalmente da vegetali da utilizzarsi come lettiera per animali o come combustibile.

Nelle spazzature si può ritenere che i principali prodotti della cernita siano, percentualmente, così distribuiti: carta 9; stracci 3; vetri 1,8; ferro 0,1; latta 1,5; metalli vari 0,1; ossa 1,2; sugheri 0,1; cuoio 0,3; gomma 0,3; carbone 0,8. Si tratta però di dati che, come più volte si è detto, subiscono notevoli oscillazioni con le città e con le stagioni. In prima approssimazione e con le ampie riserve che sono necessarie fare dato le forti oscillazioni che subiscono i prezzi dei prodotti della cernita, si può ritenere che dalla vendita del terriccio e dei prodotti della cernita, si possa ricavare un utile tale da compensare non solo tutte le spese, ma da consentire un discreto rendimento economico.

Queste ricerche di carattere semi-industriale sono state sufficienti per illustrare i punti più importanti del processo; esse dovrebbero essere seguite dalla fase industriale che potrebbe essere costituita da una installazione sufficiente per 50 o meglio 100 mila abitanti da farsi in una località opportunamente scelta, dal cui esercizio — prolungato per qualche anno

— si trarranno ulteriori utili elementi che consentiranno di esprimere un giudizio più completo.

Evidentemente il processo al cloro va poi esaminato sia nei riguardi tecnici che economici, in confronto con altri nei quali il prodotto che rimane dalla cernita viene trasformato direttamente in concime ovvero viene utilizzato per l'ottenimento di metano e concime.

Le ricerche descritte sono state eseguite con la collaborazione dell'Ing. E. Vacino del Laboratorio d'Ingegneria Sanitaria dell'Istituto.

RIASSUNTO

Si è descritto un dispositivo per trattare in modo continuo le spazzature con una corrente di cloro.

Sono state istituite esperienze per valutare il potere sterilizzante del cloro e la sua azione sui prodotti della cernita agli effetti della loro utilizzazione.

SUMMARIUM

Ratio et via describitur, qua purgamentis chlori fluentum continenter possit adhiberi. Experimenta quoque facta sunt ut plane noscatur quatenus, chloro adhibito, purgamenta bacillis fiant immunia quave ex parte in usum converti queant.

Roma. — Istituto di Sanità Pubblica - Laboratorio di Chimica.

