

**Società Lombarda per la Pesca  
e l'Acquicoltura**

OPUSCOLI DI PROPAGANDA  
SCIENTIFICA E PRATICA

N.° 7.

ALDO RUSCONI

Le acque di scarico  
degli  
**stabilimenti industriali**  
e la loro depurazione



(Estratto dai Numeri 12 del 1916 e 1 2 3 del 1917 del *Bollettino della Società Lombarda per la Pesca e l'Acquicoltura*).

MILANO

SOCIETÀ LOMBARDA DI PESCA E ACQUICOLTURA

*Via Gadio, 2 (Acquario Civico)*

1917

---

## Le acque di scarico degli stabilimenti industriali

### e la loro depurazione

---

La questione delle acque di scarico degli stabilimenti industriali è vecchia, si può dire, quanto l'industria. E se molti si sono sempre occupati delle dannose influenze che queste acque possono avere sulla salute e sull'igiene pubblica, altrettanto non si può dire in rapporto ad un altro argomento che, senza assurgere all'importanza della pubblica salute, può e deve destare serie preoccupazioni in chi si occupa della tutela delle nostre naturali ricchezze: le dannose conseguenze che le acque di scarico possono avere sulla vita e sullo sviluppo della nostra fauna acquatica: questione, come ognuno sa, troppo spesso negletta per la deplorevole abitudine ormai invalsa di considerare troppo poco la pesca come fattore del nostro incremento industriale.

Senza voler trattare della maggiore o minor resistenza dei nostri pesci agli agenti chimici introdotti nelle acque pubbliche con gli scarichi degli stabilimenti industriali — questione il cui studio tocca al competente zoologo o biologo — si può senza dubbio asserire che le sostanze disciolte o tenute in sospensione nelle acque di scarico, disturbano in maggior o minor grado la vita dei pesci, e più ancora della fauna acquatica che serve loro d'alimento: di modo che molti pesci, anche trovandosi in grado di resistere all'azione di acque inquinate, si trovano costretti dalla mancanza di cibo ad emigrare od a scomparire. La pescosità delle acque, già insidiata da tante altre cause che noi tutti conosciamo, vien ad essere così seriamente compromessa.

Gli stabilimenti industriali, nelle loro svariate produzioni, scaricano acque che possono contenere ogni genere di sostanze, dal più semplice composto minerale, dallo stesso elemento chimico, al più complesso composto organico. È evidente quindi che i mezzi di depurazione che

si possono proporre saranno diversi e numerosi, e precisamente in relazione alla data o alle date sostanze nocive contenute nelle acque di rifiuto di un particolare stabilimento.

Queste acque di scarico — rammentiamolo subito — possono raggiungere delle proporzioni veramente enormi: specialmente nella lavorazione di certe sostanze organiche — amido, lievito, destrine, zucchero, ecc. — nelle tintorie, apprettature, ecc., l'acqua di rifiuto di uno stabilimento può essere di migliaia di metri cubi giornalieri: e si comprende quindi facilmente come anche pochi grammi di sostanze dannose contenute in un litro di tali acque, rappresentino parecchie tonnellate di queste materie scaricate nel corso di una giornata di lavorazione: materie che hanno per necessaria conseguenza di rendere impossibile o per lo meno difficilissimo il resistere e lo svilupparsi della vita acquatica in tale bacino. Per citare un esempio della enorme quantità di acque di rifiuto che certi stabilimenti possono scaricare, ricorderò di aver osservato personalmente che a Coblenza, alla distanza di una ventina di chilometri al nord dal punto di confluenza del Meno col Reno, le acque, solitamente chiare e trasparenti di quest'ultimo, presentano per un buon terzo della larghezza del fiume, verso la riva destra, la colorazione torbida e variopinta delle acque del Meno: colorazione data appunto dalle enormi quantità di acque scaricate dai numerosi stabilimenti chimici disseminati lungo le rive del Meno (1).

Ed in tale osservazione è evidente un altro fatto di capitale importanza: la difficoltà cioè con la quale le acque scaricate si mescolano con quelle del corso d'acqua. E' evidente che le acque di rifiuto, specie se contengono acidi, alcali o sali metallici, presentano un peso specifico di gran lunga superiore a quello dell'acqua: e per questo, tendendo esse a portarsi sul fondo, rendono difficile la mescolanza, che sarebbe utilissima perchè rappresenterebbe una notevole diluizione delle acque scaricate e perciò una diminuzione non disprezzabile della loro attività tossica: d'altra parte, la tendenza di queste acque di rifiuto a portarsi sul fondo è doppiamente dannosa, perchè appunto sul fondo si sviluppa la vita dei pesci e si compie la loro riproduzione, e soprattutto perchè sul fondo esiste e si sviluppa tutto quel complesso di esseri organizzati, vegetali od animali, che serve loro di sostentamento.

Per ottenere una buona diluizione di tali acque, secondo gli studi di Pettenkofer, esse non dovrebbero esser scaricate in quantità superiore ad un quindicesimo della portata normale del corso d'acqua.

Un'altra osservazione importante si può fare sulla pessima abitudine adottata in taluni stabilimenti, di accumulare le acque di rifiuto e scaricarle di tanto in tanto: è chiaro che nel momento dello scarico, il corso d'acqua diviene talmente inquinato da quantità enormi di sostanze nocive, da costituire un ambiente tossico in sommo grado e tale da potervi distruggere anche ogni traccia di vitalità: in questo caso il dan-

(1) Vedi a tale riguardo anche la notizia pubblicata sul numero di Novembre del *Bollettino* (pag. 175) sotto il titolo: « E sempre per proteggere la pesca... ».

no è molto maggiore che non in quello, pur sempre dannoso, di un deflusso continuo.

Si è detto che queste acque possono contenere sostanze svariatissime: senza volerne fare una divisione dettagliata, si possono schematicamente così suddividere:

1° Acque acide (contenenti acido solforico, cloridrico, nitrico, fosforico, acetico, ossalico, bisolfati, fosfati ed ossalati acidi, ecc.).

2° Acque alcaline (contenenti soda, potassa, ammoniaca, calce, magnesia e sali alcalini come silicati, carbonati, cianuri, ecc.).

3° Acque saline (contenenti sali di sodio, potassio, ammonio, calcio, bario, magnesio, zinco, ferro, alluminio, rame, mercurio, cromo, stagno, arsenico, antimonio, piombo, ecc.).

4° Acque ossidanti (contenenti cloro, cromati e bicromati, acido nitrico, ecc.).

5° Acque riducenti (contenenti acido solforoso, solfiti e bisolfiti, acido solfidrico e solfuri, sali ferrosi, ecc.).

6° Acque contenenti residui organici (basi organiche, residui di sostanze grasse, di carboidrati (cellulose, amidi, destrine, zuccheri, ecc.), di prodotti aromatici (materie coloranti, medicinali, prodotti fotografici, esplosivi, ecc.), di sostanze albuminoidi, alcaloidi, ecc.).

A queste vanno aggiunte ancora quelle acque che, senza contenere sostanze disciolte, portano con sè materie insolubili in sospensione (polveri metalliche, ossidi e sali metallici insolubili, carbone, gesso, sostanze organiche insolubili, ecc.). Naturalmente il danno portato da tali acque alla vita dei pesci è in generale molto minore, poichè è noto che le sostanze tossiche esplicano la loro attività solo quando sono in soluzione: ma l'intorbidamento da esse prodotto nelle acque pescose può esser dannoso perchè disturba notevolmente la regolare vita del pesce, impedendogli di vedere, rendendo quindi difficili e incerti i suoi movimenti e la ricerca del cibo, ed ancora perchè queste sostanze indissolte, depositandosi sulle lamelle delle branchie, disturbano gravemente la respirazione.

E' naturale che la medesima acqua di rifiuto può contemporaneamente appartenere a due o più delle categorie sopraddette: così si possono avere acque acide-ossidanti, acide-riducenti, ecc. E' invece escluso il caso di acque che contengano sostanze di cui è nota l'incompatibilità chimica: così non si avrà mai un'acqua acida-alcalina, una ossidante-riducente, ecc.

Naturalmente molte delle sostanze suddette si trovano nelle acque di scarico solo in piccolissime quantità od accidentalmente: sono quelle il cui elevato valore persuade l'industriale ad usare tutti i mezzi possibili per evitare la loro perdita nelle acque di rifiuto: valore elevato che, rappresentando delle migliaia di lire anche in tempi normali (per non parlare dei tempi presenti, in cui due terzi dei prodotti chimici hanno subito aumenti di prezzo semplicemente fantastici) nessun industriale potrebbe lasciar perdere nei corsi d'acqua senza compromettere la prosperità della propria industria.

Nella divisione suddetta si è tenuto calcolo esclusivamente dei ca-

ratteri chimici delle sostanze contenute nelle acque di scarico: gli effetti fisiologici di tali sostanze, pur essendo tante volte in stretta relazione con la composizione chimica, altre volte invece ne differiscono in modo essenziale: e si può citare a tal riguardo l'esempio dell'acido solforico, che presenta carattere acido molto marcato, ed è infinitamente meno venefico dell'acido prussico, che ha invece proprietà acide debolissime. In altre parole, l'attività tossica di una data sostanza non è sempre proporzionale alla maggior o minor intensità di certi particolari caratteri chimici ed alle proprietà dei componenti la sostanza medesima. Appunto perchè sulle proprietà chimiche delle sostanze contenute nelle acque di scarico si basano i processi principali usati per la loro depurazione, la suddivisione accennata più sopra è quella che meglio si conviene al caso nostro.

Fra i principali stabilimenti che rigettano acque lorde in grande quantità, sono da segnalare:

a) Gli stabilimenti metallurgici (rifiuto di sali metallici d'ogni genere, dannosi per i pesci ed anche per l'uomo).

b) Le fabbriche di prodotti chimici, le tintorie, lavanderie, stabilimenti di imbianchimento ed apprettatura (rifiuto di ogni sorta di residui di lavorazione, organici e minerali).

c) Le officine a gas (rifiuto di sali ammoniacali, prussati, ferrocianuri e ferricianuri, solfocianati, calce, residui organici e catramosi).

d) Le distillerie, fabbriche di birra, gli zuccherifici, le fabbriche d'amido e destrine, le filande, ecc. (rifiuto di sostanze organiche putrescibili).

Per ciò che riguarda quest'ultima categoria di sostanze, è opportuno rammentare che la putrefazione delle sostanze organiche, essendo essenzialmente un fenomeno di ossidazione delle sostanze stesse, ha per inevitabile effetto di sottrarre dell'ossigeno alle acque pescose. Per quanto ciò debba portare un disturbo alla regolare respirazione dei pesci, pure König e Haselhoff trovarono che il danno prodotto da queste reazioni riducenti non è elevato, e che le acque putrescibili sono veramente dannose quando la quantità di sostanza organica decomponibile raggiunge una certa elevata percentuale. Ora, siccome i medesimi autori trovarono che l'azione tossica delle acque di scarico è generalmente maggiore quando aumenta la temperatura, e d'altra parte è noto che ogni fenomeno di putrefazione è accompagnato da svolgimento di calore, è logica la conclusione che le dannose conseguenze dell'immissione di acque di scarico ricche in sostanze azotate putrescibili sono dovute in parte all'innalzamento di temperatura che i fenomeni di decomposizione organica producono nel corso dell'acqua.

In nessun paese è oggi permessa la libera introduzione delle acque di rifiuto nelle acque pubbliche: ma è inutile rammentare che, in tutte le cose di questo mondo, e soprattutto in ciò che riguarda la pesca, «le leggi son, ma chi pon man ad elle?» Qualcosa si fa, qualche impianto di depurazione esiste, specialmente nelle grandi città dove, contandosi a centinaia gli stabilimenti industriali, la quantità di acque di scarico assumerebbe una tal proporzione da inquinare seriamente i corsi d'ac-

qua, non solo avuto riguardo alla pesca (cosa troppo spesso trascurata) ma soprattutto per ciò che concerne la pubblica salute.

Ora, per quali cause non si pensa seriamente alla depurazione di queste acque, prima di scaricarle nei bacini fluviali e lacuali? Il motivo principale va certamente ricercato nel fatto che l'industriale trova comodo e gratuito lo scarico delle acque di rifiuto e, non vedendosi costretto, per mancanza di leggi ed insufficienza di sorveglianza, alla loro depurazione, preferisce risparmiarsi le noie e le spese che la depurazione stessa gli porterebbe. Un'altra causa, sia pur di minor importanza, è il fatto che, degli infiniti sistemi di depurazione proposti da pratici e da scienziati, la gran maggioranza ha dovuto esser subito abbandonata, trattandosi di processi complicati e, quel che più importa, dispendiosi.

Pure esistono metodi abbastanza semplici e poco costosi, basati sull'impiego di sostanze il cui prezzo è assai basso, quali, in primo luogo, la calce, l'acido solforico e il solfato ferroso.

Prima di procedere all'applicazione di tali sistemi, è logico che l'acqua di scarico debba essere studiata ed analizzata per la scelta del metodo più adatto. Il chimico, basandosi sulla qualità e sulla quantità delle sostanze contenute nell'acqua lorda, propone il processo migliore: il biologo indica quale delle sostanze in essa contenute è la più dannosa, e quindi quella di cui è più necessaria l'eliminazione: di modo che, completandosi il responso del chimico con quello del biologo, si viene ad avere un'esatta conoscenza dell'acqua di rifiuto, e si può procedere con sicurezza alla sua razionale depurazione.

I sistemi di depurazione si possono sommariamente distinguere in metodi chimici (basati su reazioni di precipitazione, neutralizzazione, ossidazione e riduzione) e metodi fisici o meccanici (basati su fenomeni di filtrazione e sedimentazione): la maggior parte di quelli generalmente applicati consistono di una parte chimica e di una meccanica, che si completano a vicenda.

Fra i sistemi già in uso, presentano una buona praticità i seguenti:

a) *Processo Oppermann*. E' usato specialmente per la depurazione delle acque di scarico degli zuccherifici. Si trattano queste acque con una miscela di cloruro ferroso, dolomite calcinata (la dolomite è una miscela di carbonati di calcio e magnesio, che, per calcinazione, si trasformano nei rispettivi ossidi) e solfuro di sodio. In questa miscela si forma, per azione del solfuro sul sale ferroso, del solfuro di ferro, che si ossida passando allo stato di solfato ferrico: d'altra parte la dolomite precipita dalla soluzione ferrica dell'ossido idrato di ferro, trasformando l'ossido di calcio (calce) in essa contenuto in solfato insolubile (gesso), che si depone sul fondo delle vasche. Il depurante così ottenuto, contenendo ossido ferrico e magnesia, distrugge i residui organici, senza dar luogo all'inconveniente (presentato da altri depuranti alcalini più energici, quale la calce) di svolgere ammoniacca, che dà alle acque cattivo odore e le inquina poi in altro modo.

Questo processo, pur essendo un po' costoso, è assai consigliabile quando si esige una depurazione accurata, poichè, dopo una breve

sedimentazione per il deposito delle sostanze indissolte, l'acqua è quasi completamente priva di sostanze dannose e si può con sicurezza scaricare nei pubblici bacini.

b) *Processo Buisine*. Questo metodo presenta un'indiscutibile praticità, perchè è molto economico e dà risultati assai soddisfacenti: le acque lorde sono trattate con la miscela di sali ferrosi che rimangono come residuo nella lavorazione delle piriti. Questi sali precipitano la maggior parte delle materie inquinanti, sotto forma di prodotti insolubili, riducono le sostanze ossidanti, e l'ossido ferrico a cui danno luogo compie la depurazione distruggendo le materie organiche putrescibili.

Se questo metodo non dà una purezza pari a quella fornita dal precedente, ha però su di esso il vantaggio dell'assoluta semplicità e del costo molto minore. Si presta alla depurazione di svariatissime qualità di acque lorde, ed al chimico toccherà appunto il decidere in ogni caso se sia applicabile o meno.

c) *Processo Lookwood*. Si precipitano le sostanze disciolte con una miscela di calce e solfato ferroso. Restando un eccesso di calce, lo si elimina mediante aggiunta della corrispondente quantità di acido solforico: si forma del gesso insolubile che dopo qualche tempo si deposita sul fondo delle vasche. L'acqua così depurata si può decantare e scaricare liberamente.

Il sistema è pratico, economico e di facile applicazione; serve bene specialmente nel caso di acque impure di materie organiche, acidi, sostanze ossidanti, ecc.

d) *Processo alla polarite*. E' un sistema indicato per le acque contenenti residui organici, di cui elimina circa i 4/5. Si trattano le acque di rifiuto con una speciale miscela composta di solfati di ferro ed alluminio, carbone ed altre sostanze insolubili, che servono ad agglomerare il precipitato ed a renderlo facilmente filtrabile: dopo qualche ora di riposo, il liquido viene filtrato su una miscela di sabbia e polarite (sostanza costituita da ossido di ferro, allumina, magnesia, silice, calce, carbone e terra comune da campo).

Purtroppo l'impiego di prodotti come i composti di alluminio rende subito costoso il metodo, almeno nella prima parte (precipitazione): la filtrazione invece può avvenire parecchie volte sul medesimo strato filtrante, che per lungo tempo non perde le sue proprietà.

e) *Processo Röckner-Rothe*. E' un metodo applicabile specialmente alle acque scaricate dalle distillerie, birrerie, zuccherifici, ecc., ed in generale alle acque contenenti forti quantità di sostanze organiche azotate, e quindi suscettibili di putrefazione: pure essendo un po' meno semplice, presenta sugli altri il vantaggio di eliminare facilmente i cattivi odori.

In una vasca che si può chiudere ermeticamente, si trattano le acque di rifiuto con una delle sostanze precipitanti usate nei metodi precedenti: si applica poi il coperchio e con una pompa si aspirano dalla vasca i gas che vanno sviluppandosi, e che vengono mandati a bruciare in apposito focolare. Lasciato depositare il precipitato, l'acqua

si può scaricare nei corsi d'acqua, molto chiara e sufficientemente depurata.

f) *Processo alla torba.* E' un sistema tutt'affatto speciale, non basato su particolari reazioni chimiche definite, ed il cui andamento è tuttora quasi completamente sconosciuto. E' basato sul fatto notissimo che la torba possiede un potere assorbente notevole sopra un'infinità di sostanze. Passando attraverso uno strato di torba, le acque impure abbandonano la totalità delle sostanze sospese, e più della metà delle sostanze organiche disciolte: la torba non ha invece alcuna sensibile azione sulle sostanze inorganiche, e quindi non potrà esser usata nel caso di acque impure di acidi, basi o sali minerali.

Quando però si tratti di acque cariche di sostanze organiche, e soprattutto di acque torbide per materie insolubili in sospensione, il metodo è indicatissimo, perchè di facile applicazione; basta costruire una vasca scaricante nel corso d'acqua e munita di uno strato di torba che serve da filtro. Questo strato serve parecchie volte, e quindi la spesa, già minima per l'acquisto di un materiale, quale la torba, che costa pochissimo, viene notevolmente ridotta, essendo evitato il consumo continuo di depurante.

Considerando anche superficialmente i sistemi di depurazione sopra esposti, facilmente si osserva che essi sono in generale indirizzati alla purificazione di quelle acque che contengono specialmente residui organici putrescibili, di quelle acque cioè che nella loro decomposizione sviluppano gas di cattivo odore e danno luogo a prodotti che interessano in modo speciale l'igiene umana.

Certamente questo è stato lo scopo al quale tendevano i diversi autori sopra citati nel proporre i loro sistemi di depurazione. Con minor preoccupazione si è pensato invece agli effetti biologici che le diverse sostanze inquinanti scaricate nei corsi d'acqua possono avere sulla fauna acquatica, il cui sviluppo invece interessa noi in modo speciale.

Ripeto che, prima di procedere alla depurazione di una data acqua di rifiuto, è necessario il risultato di studio del biologo, che indichi il grado tossico dell'acqua in esame, e la sostanza che in ispecial modo dev'essere eliminata. E riprendendo la suddivisione esposta più sopra, fondata, come si disse, sui caratteri chimici più marcati delle diverse acque di scarico, sarà bene rammentare come alcune notissime reazioni chimiche possano ottimamente servire alla depurazione di una infinità di acque di rifiuto, depurazione che, se qualche volta non sarà completa, servirà tuttavia ad eliminare dall'acqua in esame certe particolari impurezze indiscutibilmente dannose alla vita dei pesci.

1) *Acque acide.* Quando importi togliere ad una data acqua il carattere acido, è sistema ottimo ricorrere alla sua neutralizzazione, all'aggiunta cioè di una quantità equivalente di un corpo a carattere basico che, combinandosi con l'acido in questione, dia luogo a formazione di un sale neutro. La sostanza alcalina più indicata in questo caso è la calce, che può esser economicamente sostituita dal carbonato di calcio (marmo) od anche dalla comune pietra calcarea. Il neutralizzante deve



esser introdotto nelle acque in polvere fina e poco per volta: la macinazione si rende necessaria per l'economia del processo, perchè il prodotto insolubile di precipitazione, depositandosi alla superficie delle parti grosse, impedirebbe l'intimo contatto col liquido e quindi l'ulteriore svolgersi della reazione. L'aggiunta va fatta poco per volta, perchè, sviluppandosi dalla reazione una fortissima quantità di acido carbonico, si forma facilmente una schiuma molto densa che tende ad uscire dagli orli della vasca. Si può incidentalmente notare che un industriale d'iniziativa potrebbe raccogliere, mediante gli appositi apparecchi, l'anidride carbonica che si sviluppa: basta rammentare che un quintale di carbonato di calcio può dare circa 22.000 litri di questo gas (misurati a temperatura e pressione ordinaria) per comprendere come la sua utilizzazione possa riuscir proficua.

L'impiego del carbonato di calcio come neutralizzante (sia sotto forma di polvere di marmo che di pietra calcarea), oltre al presentare il notevole vantaggio della minima spesa, ne presenta un altro, pure molto importante, d'ordine tecnico: con la maggior parte degli acidi (sia organici che minerali) esso dà luogo a formazione di sali insolubili, che è quindi facile separare per sedimentazione o filtrazione.

Molte volte la sola neutralizzazione del carattere acido può esser sufficiente anche nel caso di acque acide-ossidanti (p. es. acido nitrico) od acide-riducenti (p. es. acido solforoso). E sali neutri che si formano, sia trovandosi in soluzione che indisciolti (ed in questo caso sarà bene eliminarli per filtrazione) non sviluppano più che in minimo grado le proprietà ossidanti o riducenti di cui è ricco l'acido libero.

2) *Acque alcaline.* E' evidente che, se per neutralizzare un'acqua acida occorre una sostanza a carattere alcalino, occorrerà una sostanza acida per neutralizzare un'acqua alcalina. L'acido solforico commerciale a 50 gradi Baumé (62-65 %) per il suo basso prezzo è il più indicato. Anche in questo caso naturalmente sarà necessario che l'acido aggiunto sia in quantità equivalente alla base da neutralizzare, per evitare l'introduzione nei bacini pescosi di un'acqua che presenti reazione acida. Ad ogni modo, come la neutralizzazione perfetta non è cosa semplice nè facile, l'eccesso d'acido che potrebbe venir aggiunto si può nuovamente togliere col sistema già esposto per le acque acide.

Con questo sistema di neutralizzazione (a meno si tratti di alcalinità calcica o baritica) si ha generalmente formazione di sali solubili: ma i solfati di sodio, potassio, ammonio e magnesio non possono rappresentare un eccessivo pericolo per la fauna acquatica, specialmente se introdotti nelle acque pubbliche seguendo quei criteri razionali che danno luogo ad una buona diluizione delle acque di rifiuto.

Nel caso di sali alcalini (silicati, carbonati, ecc.) la neutralizzazione sarà accompagnata dalla messa in libertà degli acidi rispettivi: coi carbonati si avrà sviluppo di acido carbonico, coi silicati precipitazione di silice insolubile, e così via.

Il sistema di questa neutralizzazione non è consigliabile nel caso speciale di acque che in tale operazione possono sviluppare gas vene-

fici o comunque dannosi alla salute. Così i cianuri contenuti in certe acque di rifiuto svolgerebbero vapori di acido cianidrico, composto velenosissimo, che non mancherebbe di aver serie conseguenze sugli operai che compiersero tale operazione. In tal caso si può ricorrere alla depurazione mediante uno dei metodi già esposti (p. es. il processo Buisine) in cui si ricorre all'azione dei composti di ferro: i cianuri vengono trasformati in sali doppi, che si separano bene per filtrazione.

3) *Acque saline.* I sali di sodio, potassio, ammonio e magnesio, difficilmente precipitabili dalle loro soluzioni, non possono rappresentare un pericolo grave per la vita dei pesci. I sali di calcio e bario si possono facilmente eliminare per aggiunta di acido solforico, che dà luogo a prodotti insolubili, facilmente separabili. Il danno maggiore è invece rappresentato dai sali dei metalli pesanti, di cui alcuni sono specificamente tossici, ed altri meno.

Ad ogni modo è bene rammentare che il carbonato di calcio (aggiunto sotto le forme e con le precauzioni indicate più sopra parlando delle acque acide) precipita dalle loro soluzioni, sotto forma di ossidi idrati insolubili, quasi tutti i sali metallici. Coi sali per i quali l'alcalinità del carbonato calcico non fosse sufficiente, si potrà con vantaggio sostituirgli la calce spenta (ossido idrato di calcio), introdotta sotto la forma comunemente chiamata «latte di calce», cioè in sospensione nell'acqua.

4) *Acque ossidanti.* Fra i composti ossidanti ne rammentiamo subito uno, i cui effetti sono ben noti a chiunque si occupi di pesca: l'ipoclorito di calcio (comunemente chiamato cloro) di cui tanto volentieri si servono i vandali delle acque per compiere le loro distruzioni. Questo prodotto (dato il suo esiguo valore) viene facilmente scaricato dalle fabbriche che lo usano, primi fra tutti gli stabilimenti d'imbianchimento. Per eliminarlo dalle acque impure, data la sua difficile separabilità, sarà bene trasformarlo in altro prodotto molto meno tossico, o, in altre parole, sottoporlo all'azione di sostanze tali, che ne modifichino le proprietà, introducendolo a far parte di altri composti, che non rappresentino un mezzo di distruzione così potente ed istantaneo.

In base a tali considerazioni, si può ricorrere ad un sistema che soddisfa anche al requisito di esser poco dispendioso. Se attraverso la soluzione di ipoclorito si fa arrivare una corrente di gas solforoso, l'ipoclorito vien totalmente trasformato in cloruro, sostanza quasi innocua, che può così venir scaricata nelle pubbliche acque. D'altra parte, siccome il comune cloro contiene sempre una buona quantità di calce, l'acido solforico che si forma nella reazione viene completamente o in parte trasformato in solfato di calcio insolubile, che dopo una breve sedimentazione deposita sul fondo dei recipienti. Ove il liquido dopo l'operazione risultasse ancora acido, un'aggiunta di carbonato calcico compirebbe la depurazione.

La produzione del gas solforoso è un'operazione semplicissima: si ottiene per combustione dello zolfo, che si può effettuare in un piccolo forno a zolfo di ghisa alimentato da un compressore d'aria rotativo;

una pressione di pochi decimi d'atmosfera è più che sufficiente allo scopo, purchè l'altezza del liquido nelle vasche di depurazione non sia eccessiva. Un quintale di zolfo può trasformare circa 220 Kg. di cloro attivo, ossia per lo meno 550 Kg. del comune cloro commerciale.

Altri tipi di ossidanti che più facilmente possono venir scaricati dagli stabilimenti industriali sono i residui di cromati e bicromati, prodotti abbastanza nocivi, la cui eliminazione si può ottenere per riduzione dei cromati a sali di cromo, e successiva precipitazione di questi col metodo indicato per le acque saline: la riduzione si può ottenere col gas solforoso, nelle identiche condizioni esposte più sopra.

Si può dire in generale che il gas solforoso serve egualmente bene per tutti i tipi di ossidanti: nel caso poi in cui si abbiano degli ossidanti acidi, può molte volte bastare la semplice neutralizzazione, come si è visto parlando di acque inquinate da sostanze acide.

5) *Acque riducenti.* Ci troviamo qui nel caso perfettamente opposto al precedente, in presenza cioè di sostanze che, essendo avidi di ossigeno, possono toglierlo ai composti che ne contengono, non esclusi i corpi organici e i tessuti animali.

L'eliminazione delle proprietà riducenti da una data acqua, è operazione che richiede una certa accuratezza, specialmente se si ricorre all'uso di sostanze ossidanti, perchè bisogna stabilire il limite esatto dell'ossidazione da compiere, per non introdurre nelle acque una quantità eccessiva di depurante, ed inquinare sotto altra forma. In generale però l'operazione riesce un po' costosa, ed è quindi preferibile ricorrere, secondo le circostanze, all'azione di sostanze che si possono usare senza incorrerè in spese eccessive: ad ogni modo, il chimico dovrà decidere caso per caso, in base alle sostanze contenute nell'acqua di scarico, quale metodo si debba preferire.

Fra i riducenti più comuni, si possono trovare facilmente nelle acque di rifiuto l'acido solforoso, il solfidrico ed i loro sali: l'acido solforoso, i solfiti ed i bisolfiti, vengono precipitati dalla calce, sotto forma di solfiti e solfati insolubili. Nel caso siano presenti acido solfidrico e solfuri, dopo una sufficiente alcalinizzazione (che non sempre è necessaria, e che ad ogni modo si può benissimo ottenere con la calce), si può determinare la precipitazione di essi per aggiunta di un composto di ferro, quale può essere il solfato ferroso: in una parola, si può applicare il processo Lookwood.

Ripeto che in base ai diversi caratteri accessori di queste acque, si presenterà o no la possibilità di usare altri sistemi, quali, fra i più semplici, il processo Lookwood ed il processo Buisine.

6) *Acque contenenti residui organici.* Descrivendo i processi Oppermann, Buisine, Lookwood, Rockner-Rothe ed alla polarite, si è già parlato a sufficienza della depurazione di queste acque.

7) *Acque torbide per sostanze indisciolte.* E' il caso più semplice di acque impure, poichè la depurazione può esser fatta (purchè l'impurezza sia dovuta solamente a sostanze in sospensione) mediante semplice filtrazione o decantazione. Per la filtrazione serve benissimo la

torba, che in molti casi si può sostituire con polvere fina di carbone od anche con sabbia finissima. L'acqua, dovendo passare attraverso questi strati filtranti abbandona, totalmente o quasi, le materie sospese. E' bene rammentare che lo stesso strato filtrante può servire molte volte senza esser rimosso, ed è quindi evidente che il metodo si presenta di un'enorme semplicità, sia dal lato tecnico che da quello economico.

Quando poi si sia in presenza di sostanze facilmente separabili per sedimentazione, la cosa è ancora più semplice: dopo un conveniente riposo in apposite vasche di sedimentazione, le sostanze insolubili si depositano sul fondo, ed è quindi facile scaricare l'acqua limpida soprastante (p. es. mediante un tubo a sifone) nei pubblici corsi d'acqua.

Per le acque che contengano sostanze la cui eliminazione si presenti un po' difficile, credo nuovamente utile raccomandare agli industriali di scaricarle seguendo quelle buone norme per cui si ottiene una razionale diluizione, e soprattutto di astenersi dal pessimo uso di accumulare le acque impure per scaricarle in una sol volta: questo sistema si presenta molto dannoso, e le ragioni sono ovvie: un regolare deflusso delle acque di rifiuto nelle pubbliche acque è, se non altro, un male molto minore.

Da tutto quanto si è detto, si vede come la depurazione delle acque di rifiuto sia cosa che, con un po' di buona volontà, tutti gli industriali possono applicare senza note e spese eccessive: ed anche queste saranno certamente compensate dalla coscienza di aver fatto opera buona e di aver cooperato all'incremento di quell'industria nazionale che è rappresentata dalla pesca: industria, la cui esistenza deve già svolgersi in lotta contro tante imprevidenze, contro tanta disorganizzazione, contro tanti errati preconcetti.

ALDO RUSCONI.