

# c.n.r. istituto di ricerca sulle acque

# Metodi analitici

# per le acque

## notiziario

ISSN: 0392-1425

Anno 9 - N. 1

Gennaio-Marzo 1989

- Problematiche analitiche connesse all'applicazione delle direttive CEE sui pesticidi nelle acque (S. Capri e A. Liberatori).
- **Rubrica sulla protezione ambientale**
- Il significato ambientale dell'alcalinità (T. La Noce)
- La classe chimica dei cloro-alchil-fosfati (T. La Noce)
- Indice generale del manuale sui «Metodi analitici per le acque»
- Indice generale del manuale sui «Metodi di analisi per acque di mare»
  
- *Analytical problems for the application of EEC directives regarding pesticides regulation in water (S. Capri and A. Liberatori)*
- **News about environmental protection**
- *Environmental relevance of alkalinity (T. La Noce)*
- *Chloroalkylphosphate compounds (T. La Noce)*
- «Metodi Analitici per le Acque» (Handbook for Water Analysis). General Index.
- «Metodi di analisi per acque di mare» (Handbook for Seawater Analysis). General Index.

Notiziario di informazioni scientifico-tecniche dell'Istituto di Ricerca sulle Acque del C.N.R.  
Direzione e Redazione: Istituto di Ricerca sulle Acque. Via Reno, 1 - 00198 Roma - Tel. 06/841451 - Telex IRSAI 614588  
Comitato di Redazione: Luigi Campanella, Tullio La Noce, Alfredo Liberatori  
Segreteria di Redazione: Mario Barboni - Grafico: Piero Fusco

La riproduzione è autorizzata a condizione che venga citata la fonte:  
C.N.R. - ISTITUTO DI RICERCA SULLE ACQUE - ROMA

ISSN: 0382-1421

Gennaio-Marzo 1989

Anno 8 - N. 1

*Con questo Notiziario trimestrale l'Istituto di Ricerca sulle Acque del CNR intende dare un contributo alla divulgazione ed al trasferimento dei risultati di studi relativi all'ammodernamento ed aggiornamento dei metodi ufficiali di analisi degli inquinanti nelle acque, con riferimento allo sviluppo di nuove tecniche analitiche, alla determinazione di nuovi indici, alla definizione ed ai rimedi per nuove interferenze. In tal senso il Notiziario si rivolge ai laboratori di analisi e controllo pubblici e privati ed ai centri di ricerca specializzati nel settore dell'analisi delle acque ai quali intende fornire un utile strumento di lavoro. Le metodologie che vengono proposte per la determinazione di inquinanti non potranno, in ogni caso, essere considerati ufficiali finché non verranno recepite nel Manuale IRSA «Metodi Analitici per le acque».*

#### NORME REDAZIONALI

1. Il Notiziario accoglie lavori originali, contributi e comunicazioni a carattere sperimentale e applicativo, reviews e informazioni su attività relative alle metodologie applicate all'analisi delle acque. Inoltre pubblica rubriche speciali dedicate a particolari argomenti di carattere ambientale ivi incluse normative nazionali e comunitarie. I lavori vengono sottoposti per l'approvazione al Comitato di Redazione che provvederà a comunicare agli autori il proprio parere in merito.
2. I testi dei lavori debbono pervenire in originale, dattiloscritti con interlinea due e debbono essere corredati da: 1) il titolo del lavoro; 2) i nomi completi degli Autori e dei rispettivi enti di appartenenza; 3) un breve riassunto (non più di 10 righe) in italiano e in inglese.
3. Il materiale illustrativo deve essere di ottima qualità e consistere in originali disegnati con inchiostro di china su carta non millimetrata, oppure copie eliografiche o fotografiche, oppure fotografie in bianco e nero, possibilmente su carta opaca. Figure (Fig.) e tabelle (Tab.) debbono avere la relativa didascalia, essere numerate progressivamente con numeri arabi e richiamate nel testo. È preferibile non appesantire le figure con scritte esplicative, che trovano migliore collocazione nella didascalia a piè pagina con numerazione di richiamo nella figura.
4. La Bibliografia sarà riportata alla fine del testo e dovrà essere ordinata alfabeticamente indicando, nel seguente ordine, il cognome e le iniziali del nome di tutti gli Autori, l'anno di pubblicazione, possibilmente il titolo dell'articolo, il titolo del periodico, il numero del volume, la prima e l'ultima pagina del lavoro. La Bibliografia dovrà essere citata nel testo indicando il cognome degli Autori e l'anno di pubblicazione di ciascun lavoro. Per l'abbreviazione dei titoli dei periodici si prega di attenersi alle norme internazionali oppure si consiglia di citarli per esteso.

**PROBLEMATICHE ANALITICHE CONNESSE ALL'APPLICAZIONE DELLE DIRETTIVE CEE SUI PESTICIDI NELLE ACQUE****S. Capri, A. Liberatori***Istituto di Ricerca sulle Acque CNR - ROMA***Riassunto**

In questa nota sono illustrati alcuni interessanti risultati di un Workshop sui pesticidi svoltosi al Water Research Center a Medmenham, Gran Bretagna, e organizzato nell'ambito dell'azione concertata CEE «Microinquinanti organici nell'ambiente acquatico».

**Summary**

*In this note some interesting results of a Workshop about Pesticides organized within the framework of the EEC Concerted Action «Organic Micropollutants in the Aquatic Environment, held at Water Research Center Laboratory in Medmenham, United Kingdom, are described.*

I pesticidi sono prodotti generalmente tossici impiegati per distruggere animali, vegetali e microrganismi nocivi.

La classe dei pesticidi comprende un'ampia gamma di composti chimici utilizzati in agricoltura e per usi civili e industriali, appartenenti alle seguenti sottoclassi:

- Insetticidi
- Erbicidi
- Biocidi antifouling
- Repellenti
- Molluschicidi
- Nematocidi
- Algicidi
- Fungicidi
- Preparati per controllo predatori

Ad eccezione di un certo numero di formulati basati su composti inorganici (polisolfuri, clorati, solfati), la totalità dei pesticidi è costituita da composti organici di sintesi aventi differenti strutture chimiche e meccanismi d'azione.

CLASSI DI COMPOSTI	MECCANISMI D'AZIONE
CLORORGANICI	Alterazioni del sistema nervoso degli organismi
ORGANO FOSFORICI	Inibitori della colinesterasi
CARBAMMATI	Inibitori competitivi dell'acetilcolinesterasi
DITIOCARBAMMATI	Reazione con gruppi-SH e cationi Cu negli enzimi
TRIAZINE	Alterazione della fotolisi dell'acqua, blocco produzione di O <sub>2</sub> e fissazione della CO <sub>2</sub>
FENOSSIAACIDI	Comportamento auxinico, crescita anormale dei vegetali
DIPIRIDILICI	Interferenza nella fotosintesi e nella respirazione

L'iniziativa di organizzare un Workshop espressamente dedicato ai pesticidi organici nell'ambito dell'azione concertata CEE sui microinquinanti organici si inserisce nel quadro del vivace dibattito riguardante l'opportunità o meno di apportare modifiche al parametro pesticidi presente nella direttiva CEE 778/80 (acque destinate al consumo umano).

Tale direttiva stabilisce un valore di massima concentrazione ammissibile (MAC) di 0,1 µg/l per i singoli pesticidi e di 0,5 µg/l per i pesticidi totali.

I paesi membri si erano per la verità impegnati a dare piena applicazione alla direttiva entro il luglio 1985, ma le difficoltà incontrate nel conseguimento dei limiti previsti ha spinto diversi di essi ad inviare alla Commissione critiche e proposte di modifica.

Le relazioni presentate nel corso del Workshop hanno toccato essenzialmente tre aspetti del problema pesticidi:

- individuazione di pesticidi prioritari
- problemi analitici
- sviluppo di metodiche basate sulla «multicomponent analysis».

#### Individuazione di pesticidi prioritari

L'impossibilità di effettuare un monitoraggio di tutti i pesticidi attualmente in commercio impone di individuarne alcuni di interesse prioritario privilegiando i seguenti aspetti:

- la tossicità del pesticida
- le informazioni disponibili sul tipo e quantità di pesticidi impiegati in zone ad elevato rischio ambientale (es.: vicinanza di acquiferi)
- le informazioni sulla persistenza e mobilità e quindi sulla probabile significativa presenza in acque superficiali e di falda.

È opinione generale che la direttiva comunitaria dovrebbe specificare i pesticidi di interesse fissando per essi dei valori di massime concentrazioni ammissibili basati sulla tossicità. Liste di pesticidi prioritari

sono state stilate in Gran Bretagna, Danimarca, Belgio e Germania Federale e costituiscono la base per programmi di monitoraggio volti ad accertare il rispetto della normativa comunitaria.

In questi paesi le informazioni sull'impiego dei pesticidi in agricoltura in termini di quantità applicate per ettaro sono generalmente disponibili, mentre risultano di più difficile acquisizione i dati riguardanti gli usi non agricoli di questi prodotti.

Perplessità sono state sollevate riguardo al significato dal punto di vista tossicologico del parametro pesticidi totali e alla possibilità di definirlo dal punto di vista analitico considerato il gran numero di pesticidi impiegati e le continue variazioni nei formulati.

Un altro aspetto poco chiaro riguarda l'appartenenza o meno dei metaboliti e prodotti di degradazione alla categoria dei prodotti assimilati e quindi la necessità di estendere il monitoraggio anche a questi composti.

L'elevata pericolosità di alcuni di essi, spesso più mobili e persistenti dei prodotti di partenza, è il caso, ad esempio, del paraoxon derivante dal paration, rende particolarmente urgente l'acquisizione di informazioni sulla loro identità e presenza in acque superficiali e di falda.

Infine viene ritenuto fondamentale un maggior approfondimento degli studi sul comportamento dei pesticidi nell'ambiente, con particolare riguardo ai fenomeni di trasporto in acque di falda. Le previsioni teoriche basate sulle sole proprietà chimico-fisiche non risultano sempre in accordo con i dati sperimentali in quanto anche altri fattori, quali le condizioni meteorologiche al momento dell'applicazione del pesticida, il tipo di coltura e le caratteristiche del suolo hanno il loro peso nel determinare tali fenomeni. Inoltre mentre è sufficientemente noto il comportamento nell'ambiente di composti altamente idrofobici, non altrettanto si può dire per quelli più idrofili, peraltro in fase di elevata diffusione.

#### **Problemi analitici**

I fattori che riducono notevolmente la sensibilità di un metodo o ne impediscono addirittura l'applicazione a matrici ambientali sono diversi e possono riguardare ogni step della procedura analitica (preparazione, separazione cromatografica, rivelazione).

Ne sono un esempio le basse rese dei processi di estrazione e delle reazioni di derivatizzazione, la termolabilità dei composti da analizzare e lo scarso potere risolutivo della colonna cromatografica, la mancanza di selettività del rivelatore e il conseguente problema delle interferenze.

Per alcuni pesticidi di interesse prioritario non esistono tuttora metodi in grado di conseguire i limiti richiesti dalla normativa vigente. Per altri i metodi disponibili non sono stati ancora sufficientemente sperimentati e non hanno quindi il livello di accuratezza necessario per poter essere utilizzati a fini di controllo. In particolare sono stati individuati quattro gruppi di pesticidi che creano problemi di determinazione analitica a livello di  $0,1 \mu\text{g/l}$ :

- gli erbicidi fenossiacidi con basso contenuto di cloro (acidi 2, 4-diclorofenossiacetico, acidi metilclorofenossiacetico, propionico e butirrico);
- i composti di ammonio quaternario (paraquat, diquat, difenzoquat e chlormequat);
- i composti sostituiti della metilurea (chlortoluron, isoproturon e linuron).
- methamsodium.

Lo sviluppo di metodi sensibili e selettivi per questo gruppo di composti e la standardizzazione di metodi già disponibili per altri pesticidi rappresentano due linee di ricerca su cui la comunità scientifica concentrerà i propri sforzi nell'immediato futuro.

La quasi totalità dei metodi finora proposti per l'analisi dei pesticidi, pur basati su tecniche cromatografiche di separazione (GC o HPLC) e rivelazione selettiva con detector specifici (a cattura di elettroni, azoto-fosforo, fluorescenza) non sempre consentono un'identificazione sicura del pesticida. Per ovviare a questo problema, particolarmente rilevante nel caso di matrici ambientali, è necessario confermare

l'identità del composto ricorrendo ad una differente separazione cromatografica o, preferibilmente, alla spettrometria di massa.

Infine risulta fondamentale, ai livelli di concentrazione previsti per i pesticidi, accompagnare il risultato analitico da informazioni su precisione e accuratezza. Un errore totale (bias o errori casuali) di  $\pm 20\%$ , decisamente buono per concentrazioni di 100 ng/l, potrebbe essere ritenuto appena soddisfacente dal punto di vista del rispetto della normativa.

Un miglioramento delle caratteristiche di precisione e accuratezza di un metodo può venire dalla predisposizione di esercizi di intercalibrazione tra i laboratori interessati seguendo due possibili approcci.

Il primo si basa su una preventiva scelta del metodo che assicura l'accuratezza richiesta e nell'organizzazione di test preliminari al fine di evidenziare le maggiori fonti di errori sistematici e casuali. Soltanto dopo aver esaurito questa fase si inizia il vero e proprio esercizio di intercalibrazione.

Il secondo invece consiste nell'analisi di una serie di campioni distribuiti tra i diversi laboratori e successivo esame della comparabilità dei risultati ottenuti. In questo modo vengono evidenziati i problemi che un laboratorio può avere nel realizzare una determinata analisi; però non si ottengono necessariamente miglioramenti in termini di accuratezza del dato analitico.

#### Multicomponent analysis

Fino ad oggi sono stati sviluppati numerosi metodi basati sulla determinazione di un singolo o di un numero ristretto di pesticidi; essi mal si prestano tuttavia al monitoraggio dei pesticidi presenti nell'ambiente. Per questo motivo verrà incoraggiata la messa a punto di «multicomponent analysis» che consentano un rapido «screening» del campione.

Le informazioni fornite da tali metodi possono essere, se necessario, integrate da quelle ottenute con metodi più accurati, ma più lenti, mirati alla determinazione di quei pesticidi presenti in concentrazioni tali da destare preoccupazione.

Sono stati presentati nel corso del convegno quattro metodi sviluppati in Gran Bretagna con il concorso di enti di ricerca pubblici e privati:

#### Metodo 1 *Insetticidi organoclorurati e PCB*

Si basa su un'estrazione in esano, concentrazione per evaporazione del campione e successiva determinazione in gascromatografia con rivelatore a cattura di elettroni (ECD). Lo step di purificazione su colonna di allumina può essere eliminato se si vogliono determinare anche pesticidi più polari.

#### Composto

#### Note

HCH	tutti gli isomeri
HCB	
Chlordane	
Heptachlor	
Heptachlor epoxide	
Aldrin	
Endosulfan A	

Endosulfan B	basso recovery	Chlorobenzene
Dieldrin		Chloroform
DDE (op, pp')		Carbon tetrachloride
TDE (op, pp')		Dioxane
DDT (op, pp')		Dibenzodioxane
Endrin		Dibenzofuran
PCB		Dibenzothiophene
Propylamine	perdite nell'evaporazione	Dibutylamine
Trifluralin		Dichloromethane
Benfluralin		Dichloroethane
Triadimefon	estrazione in diclorometano	Dichloroethane
Prochloraz		Dichloroethane
Permethrin		Dichloroethane
Cypermethrin		Dichloroethane
Resmethrin	conferma in GC/MS	Dichloroethane
Cyfluthrin		Dichloroethane
Deltamethrin		Dichloroethane
Cyhalothrin		Dichloroethane
Fenvalerate		Dichloroethane
Fenprothrin		Dichloroethane
Eulan		Dichloroethane
Propiconazole		Dichloroethane
Fluroxypyr (?)	picco molto allargato	Dichloroethane
Chlorpyrifos		Dichloroethane
Iprodione		Dichloroethane
Chlorothalonil		Dichloroethane
Flutriafol		Dichloroethane
Chlorobenzenes	Composti che non risultano nella categoria dei pesticidi ma vengono determinati dalla metodica proposta.	Dichloroethane

## Metodo 2 Pesticidi organofosforati

Prevede due estrazioni, una con esano e una con diclorometano, su campioni distinti e determinazione gascromatografica degli estratti, separati o combinati insieme, mediante rivelatore selettivo al fosforo (FPD) o a cattura di elettroni. In alternativa si può effettuare un'estrazione sequenziale prima in esano e poi in diclorometano, per cui è possibile utilizzare l'estratto esanico proveniente dall'analisi dei pesticidi organoclorurati.

### Composto

Azinphos-ethyl  
 Azinphos-methyl  
 Bromophos  
 Carbophenothion

Chlorfenviphos		
Clorpyrifos		
Cruformate		
Demeton S		
Demeton-S-methyl		
Demethon-S-methyl sulphone		
Diazinon		
Dibrom		
Dichlorofenothion		
Dichlorvos		
Dimefox		
Dimethoate		
Disulfoton		
Ethion		
Ethoate-methyl		
Fenchlorphos		
Fenitrothion		
Formothion		
Iodofenphos		
Malathion		
Mecarbam		
Mevinphos		
Morphothion		
Omethoate		
Parathion		
Parathion-methyl		
Parathion-O-analogue		
Phenkapton		
Phorate		
Phorate-O-analogue		
Phosalone		
Phosphamidon		
Triazophos		
Propetamphos		
Pirimithate		
Primiphos-methyl		
Schradan		
Sulfotep		
Thioazin		
Thioazin-O-analogue		

### Metodo 3 *Erbicidi clorofenossiacidi, acido triclorobenzoico, clorofenoli, triazine*

Date le diverse caratteristiche chimiche dei composti citati, il metodo si articola in più sezioni:

Sezione A-Metilazione/GC

Sezione B-Pentafluorobenzoilazione/GC



Sezione C-Metilazione GC/MS

Sezione D-Analisi triazine

La sezione A prevede un'estrazione acida, seguita da metilazione con diazometano e determinazione gascromatografica (GC/ECD). In questo modo si determinano i composti acidi clorosostituiti comprendenti il 2,4-D, il 2,4,5-T e i clorofenoli).

#### SEZIONE A

**Composto**

**Note**

2,4-D

2,4,5-T

Dalapon

TBA

Tri, tetra and pentachlorophenols

Bromoxynil

Ioxynil

TCA

Dichlorprop

Bentazone

Dichlorophen

Dicamba

Dichlorprop (2,4 DP)

Clopyralid

Fluroxypyr

anche HPLC

Per quegli erbicidi che danno una scarsa risposta con la metodica precedente, si opera una derivatizzazione con pentafluorobenzilbromuro per formare esteri meglio rivelabili con il detector a cattura di elettroni (sezione B)

#### SEZIONE B

**Composto**

**Note**

MCPA

MCPB

MCPD(Mecoprop)

2,4-D

2,4,5-T

Dalapon

TBA

metodo alternativo

» »

» »

» »

La sezione C si differenzia dalle precedenti soltanto per l'impiego della spettrometria di massa quale tecnica di conferma.

La sezione D riguarda la determinazione dei composti triazinici effettuata mediante estrazione alcalina con diclorometano, e determinazione gascromatografica con rivelatore specifico per l'azoto (NPD).

#### SEZIONE D

Composto	Note
Atrazine	
Simazine	
Prometryne	
Propazine	
Terbutryne	
Ametryne	
Atratone	
Metribuzin	
Metamitron (?)	Estrazione pH < 10
Fenpropimorph	Nessun dato

#### Metodo 4 Carbammati, tiocarbammati ed uree

Sezione A-HPLC reversed phase

Sezione B-conversione dei ditiocarbammati a solfuro di carbonio.

Variando alcuni parametri operativi (pH di estrazione, velocità di flusso, composizione del solvente e lunghezze d'onda del rivelatore) è possibile determinare in HPLC la maggior parte dei carbammati ed uree.

#### SEZIONE A

Composto	Note
Pebulate	Rivelazione elettrochimica
EPTC	
Triallate	« «
Propham	
Chlorpropam	
Chlorbufam	
Methiocarb	
Carbaryl	
Diuron	in alternativa GC/ECD
Pyrimicarb	
Aldicarb	

Benthiocarb

Lenacil

Bromacil

Terbacil

Isocil

Chlortoluron

MS per conferma

Isoproturon

MS « «

Linuron

MS « «

Monuron

MS « «

Iprodione

Chloridazon

Dinoseb

Dinocap

Benomyl

Carbendazim

Bromoxynil

Ioxynil

Metamitron (TB)

La sezione B del metodo proposto non costituisce una procedura diretta di determinazione quanto piuttosto un modo per eliminare un'intera classe di composti attraverso la loro trasformazione a solfuro di carbonio. D'altra parte, i ditiocarbammati non dovrebbero trovarsi in concentrazioni apprezzabili nelle acque data la loro scarsa solubilità.

In chiusura di convegno è stata ribadita l'importanza dei Workshop organizzati nell'ambito del progetto COST 641 quale sedi privilegiate per la diffusione delle conoscenze sugli ultimi sviluppi delle attività di ricerca sui microinquinanti organici nelle acque al fine di evitare inutili sovrapposizioni e dispersioni di energie.

**RUBRICA SULLA PROTEZIONE AMBIENTALE****IL SIGNIFICATO AMBIENTALE DELL' ALCALINITÀ****Tullio La Noce***Istituto di Ricerca sulle Acque CNR - Roma***Principio**

L'alcalinità generalmente è data dalla somma di tutti i componenti, presenti in un'acqua, che contribuiscono ad elevare il pH della stessa sopra il valore di circa 4,5.

Nelle acque naturali i componenti più comunemente riscontrati sono i carbonati, bicarbonati ed idrossidi. Inoltre contribuiscono, se presenti, anche i borati, i fosfati, i silicati ed altre basi.

L'alcalinità viene generalmente misurata con soluzione acida standardizzata fino ad un valore di pH di circa 4,5 ed espressa in milligrammi per litro di carbonato di calcio (mg CaCO<sub>3</sub>/L).

Dal punto di vista ambientale l'alcalinità può essere considerata come una misura della capacità tamponante dell'acqua.

Inoltre, poichè il pH ha effetti diretti sugli organismi ed indiretti sulla tossicità di alcuni inquinanti, la determinazione della capacità tamponante risulta importante nella valutazione della qualità di un'acqua.

**Ripercussione sugli usi**

*Per le acque destinate all'uso potabile*, l'alcalinità è importante perchè influenza la quantità di prodotti chimici che nella fase di potabilizzazione è necessario aggiungere per ottenere l'addolcimento e per controllare la corrosione nei sistemi di distribuzione.

L'aggiunta di prodotti chimici, per es. durante la coagulazione chimica (solfato di alluminio, etc) ha come conseguenza la produzione di acidi. Questi ultimi possono essere neutralizzati dall'alcalinità.

L'alcalinità naturale, dovuta principalmente a carbonato e bicarbonati, per acque da bere non è considerata pericolosa per la salute umana anche sino a livelli di circa 400 mg/L come carbonato di calcio.

*Per la vita acquatica in generale e per i pesci in particolare* l'alcalinità, nei sistemi di acqua dolce, tampona le variazioni di pH derivanti dalle attività fotosintetiche della vegetazione in cui è implicata la clorofilla.

I carbonati ed i bicarbonati, componenti più frequenti dell'alcalinità, tendono a formare complessi con alcuni metalli pesanti con il risultato di ridurre, in maniera rimarchevole, la tossicità.

È stato pertanto raccomandato (per es. dal National Technical Advisory Committee, USA) per le acque di cui sopra, un minimo di 20 mg/L come CaCO<sub>3</sub>, limite raccomandato anche come «criterio di qualità».

LA CLASSE CHIMICA DEI CLORO-ACRIL-POSSATI

*Per le acque marine*, (per es. l'habitat per organismi volatili) è raccomandata una alcalinità di 25 mg/L come  $\text{CaCO}_3$ .

Per i nuotatori un'eccessiva alcalinità, a seguito dell'alterazione del pH del fluido lacrimale attorno agli occhi, può causare irritazione.

*Per acque destinate all'approvvigionamento industriale* un'alta alcalinità può danneggiare le lavorazioni delle industrie alimentari, specialmente quelle in cui l'acidità garantisce il sapore e la stabilità, come ad es. le bevande addizionate di anidride carbonica. Per altri versi, sempre nello stesso settore, un'acqua ad alta alcalinità è desiderabile perchè meno corrosiva.

*Per acque destinate ad uso irriguo*, gli effetti dell'alcalinità sono importanti nel senso che l'acqua del terreno subisce un aumento del tasso del sodio, a seguito anche della precipitazione del Ca e del Mg ad opera dei bicarbonati.

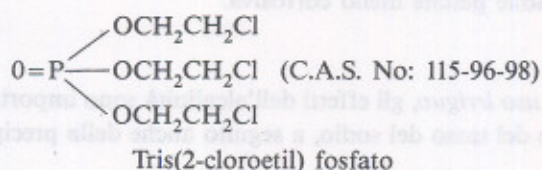
Inoltre l'alcalinità è responsabile della clorosi delle piante. Infatti gli ioni idrossili, reagendo con il ferro disponibile, danno luogo ad un precipitato di idrossido. In questo modo il Fe non è più disponibile alle piante e la deficienza induce clorosi ed altri danni alle piante. Usualmente l'alcalinità deve eccedere i 6 mg/L prima che gli effetti si manifestino.

## LA CLASSE CHIMICA DEI CLORO-ALCHIL-FOSFATI

**Tullio La Noce**

*Istituto di Ricerca sulle Acque CNR-Roma*

Un rappresentante di questa categoria, il Tris (2-cloroetil) fosfato:



[oppure, secondo C.A. Index Name: Etanol, 2-cloro-, fosfato (3:1)]

venne ritrovato tempo fa nelle acque del Fiume Po, destando allarme e preoccupazione soprattutto per le acque destinate alla potabilizzazione.

Su queste sostanze negli ultimi tempi si è accentrato l'interesse dell'Office of Toxic Substances (OTS) dell'Environmental Protection Agency (EPA), che le ha sottoposte all'Interagency Testing Committee (ITC) al fine di studiarne le proprietà e poterle candidare alla lista «prioritaria» delle sostanze chimiche potenzialmente pericolose.

Intanto sul «Chemical-in-Progress Bulletin», Vol. 9. n° 5 del Dicembre 1988, per alcuni composti di questa categoria è stata presentata una scheda sugli studi raccomandati così concepita:

COMPOSTO	STUDI RACCOMANDATI
<b>1. Tris (2-cloroetil)-fosfato</b> CAS N° 115-96-8	<i>Destino Chimico</i> = Monitoraggio ambientale; tensione di vapore; biodegradazione.
—	<i>Effetti sulla salute</i> = Nessuno
—	<i>Effetti ecologici</i> = Tossicità acuta verso le piante acquatiche e terrestri; tossicità cronica verso i pesci.
<b>2. Tris (cloropropil) fosfati, comprendenti:</b>	<i>Destino Chimico</i> = Monitoraggio ambientale; solubilità in acqua; tensione di vapore; coefficiente di ripartizione acqua/ottanolo; biodegradazione.
— <b>Tris (2-cloro-1-propil) fosfato</b> CAS N° 6145-73-9 (*)	<i>Effetti sulla salute</i> = Effetti acuti e subcronici, inclusa l'inibizione alla colinesterasi; effetti riproduttivi. Raccomandazioni sugli effetti sulla salute riguardano soltanto i prodotti contraddistinti dai CAS N°s. 6145-73-9 e 13674-84-5.
— <b>Tris (1-cloro-2-propil) fosfato</b> CAS N° 13674-84-5 (**)	<i>Effetti ecologici</i> = Tossicità acuta verso i pesci, gli invertebrati acquatici e le alghe; tossicità cronica verso i pesci.
— <b>Tris (1,3 dicloro-2-propil) fosfato</b> (CAS N° 13674-87-8 (***)	
Nomenclatura secondo C.A. Index: (*) 1-propanol, 2-cloro-, fosfato (3:1) (**) 2-propanol, 1-cloro-, fosfato (3:1) (***) 2-propanol, 1,3-dicloro-, fosfato (3:1)	

(\*) I metodi indicati sono in vendita presso il Consiglio Nazionale delle Ricerche - Ufficio Pubblicazioni - Servizio Vendita, Piazzale Aldo Moro, 7 - 00185 Roma (Tel. 4981229). La reperibilità viene effettuata con pagamento contro assegno.

(\*\*) I metodi indicati sono pubblicati in volume

## INDICE GENERALE DEL MANUALE SUI "METODI ANALITICI PER LE ACQUE" (\*)

Codice	Metodo	Anno di pubbl. su volume	Anno di pubbl. su scheda
<b>Sezione A - (Parte generale)</b>			
• A-001	Strutture, attrezzature e reattivi di laboratorio	1984	—
• A-002	Lineamenti di tecniche analitiche	1983	—
• A-003	Metodi di campionamento	1977	—
• A-004	Elaborazione dei risultati	1983	—
<b>Sezione B - (Determinazione di parametri fisici e chimico fisici)</b>			
B-001	pH	1972	1981
B-002	Temperatura	1972	1979
B-003	Colore	1972	1980
B-004	Materiali sedimentabili	—	1979
B-005	Materiali in sospensione	—	1979
B-006	Conducibilità	1972	—
B-007	Salinità	—	—
B-008	Odore	1972	—
B-009	Torbidità	1972	—
<b>Sezione C - (Determinazione di metalli e di specie metalliche)</b>			
C-001	Alluminio	1972	1988
C-002	Argento	1972	—
C-003	Arsenico	1972	1983
C-004	Bario	1972	1980
C-005	Berillio	1972	—
C-006	Boro	1972	1982
C-007	Cadmio	1972	1986
C-008	Calcio	1972	1986
C-009	Cromo (VI)	1972	1982
C-010	Cromo (III)	1972	1982
C-011	Ferro	1972	1980
C-012	Litio	1972	1986
C-013	Magnesio	1972	1986
C-014	Manganese	1972	1980
C-015	Mercurio	1972	1986
C-016	Molibdeno	—	—
C-017	Nichel	1972	1980
C-018	Piombo	1972	1979-1984
C-019	Potassio	1972	1986
C-020	Rame	1972	1987
C-021	Selenio	1972	1986
C-022	Sodio	1972	1986
C-023	Stagno	1972	1987
C-024	Zinco	1972	1980
C-025	Cromo totale	1972	1982

(segue)

(\*) I metodi analitici sono in vendita presso il Consiglio Nazionale delle Ricerche - Ufficio Pubblicazioni - Servizio Vendite, Piazzale Aldo Moro, 7 - 00185 Roma (Tel. 4993255). La spedizione viene effettuata con pagamento contro assegno.

(\*) I metodi indicati sono pubblicati in volume.



## Segue: Indice generale sui «Metodi Analitici per le Acque»

Codice	Metodo	Anno di pubbl. su volume	Anno di pubbl. su scheda
<b>Sezione D - (Determinazione di sostanze e parametri inorganici non metallici)</b>			
D-001	Acidità e basicità	1972	
D-002	Azoto ammoniacale	1972	1981-1983
D-003	Azoto nitroso	1972	1981
D-004	Azoto nitrico	1972	1986
D-005	Biossido di carbonio	1972	
D-006	Solfuri	1972	1984
D-007	Cianuri	1972	1980
D-008	Cloro	1972	
D-009	Cloruri	1972	1979
D-010	Fluoruri	1972	1983
D-011	Fosforo	1972	1981
D-012	Ossigeno disciolto	1972	
D-013	Silice	1972	
D-014	Solfati	1972	1979
D-015	Solfiti	1972	1983
<b>Sezione E - (Determinazione di sostanze e parametri organici)</b>			
E-001	Azoto albuminoideo	1972	
E-002	Azoto organico	1972	
E-003	Sostanze oleose totali	1972	1984
E-004	Oli minerali	—	1984
E-005	Grassi e oli animali e vegetali	—	1984
E-006	Carbonio organico	1972	
E-007	Richiesta chimica di ossigeno (COD)	1972	1981
E-008	Richiesta biochimica di ossigeno (BOD)	1972	1982
• E-009	Pesticidi clorurati	1978	—
• E-010	Pesticidi fosforati	1982	—
• E-011	Policlorodifenili	1981	—
• E-012	Policloroterfenili	1981	—
E-013	Tensioattivi non ionici	1972	1979
E-014	Fenoli	1972	1979
E-015	Aldeidi	—	1978
E-016	Solventi aromatici	—	1984
E-017	Tensioattivi anionici	1972	1983
E-018	Solventi organici clorurati	—	1978
<b>Sezione F - (Determinazione di parametri biologici e microbiologici)</b>			
F-001	Saggio di tossicità	1972	
F-002	Coliformi totali	1972	
F-003	Coliformi fecali	1972	
F-004	Streptococchi fecali	1972	

(\*) I metodi indicati sono pubblicati in volume.

## INDICE GENERALE DEL MANUALE SUI «METODI DI ANALISI PER ACQUE DI MARE» (\*)

Codice	Metodo	Anno di pubblicazione
<b>Indicazioni generali</b>		
—	Fattori di conversione e di calcolo	
—	Campionamento	
<b>Caratteristiche chimico- fisiche</b>		
100		
110	Trasparenza	1984
120	Temperatura	
130	Colore	
140	Salinità	1983
150	Materiale in sospensione	1984
160	pH	
170	Ossigeno disciolto	
<b>Specie metalliche</b>		
200		
210	Alluminio	
215	Argento	
220	Arsenico	
225	Cadmio	1983
230.3	Cromo	1984
235	Ferro	1983
240	Manganese	
245	Mercurio	
250	Nichel	1983
255	Piombo	1983
260	Rame	1983
265	Selenio	1983
270	Zinco	
<b>Specie inorganiche non metalliche</b>		
300		
310	Azoto ammoniacale	1984
315	Azoto nitroso	
320	Azoto nitrico	
325	Azoto totale	
330	Fosforo ortofosfato solubile	1982
340	Fosforo totale	1982
350	Silice	1983
<b>Composti organici</b>		
400		
410	Fenoli	
420	Oli minerali	1984
430	Tensioattivi anionici	
440	Composti organo-alogenati	
440.1	Pesticidi clorurati	1986
<b>Saggi biologici e microbiologici</b>		
500		
510	Coliformi totali	1983
520	Coliformi fecali	1983
530	Streptococchi fecali	1983
540	Salmonelle	1984
550	Enterovirus	
560	Adenosintrifosfato (ATP)	1988
<b>Prove di tossicità</b>		
600		
610	Saggio di ittiotossicità	

(\*) I metodi sono pubblicati a scheda e sono in vendita, con il relativo raccoglitore, presso il Consiglio Nazionale delle Ricerche - Ufficio Pubblicazioni - Servizio Vendite, Piazzale Aldo Moro, 7 - 00185 Roma (Tel. 4993.255). La spedizione viene effettuata con pagamento contro assegno.