

c.n.r. istituto di ricerca sulle acque

Metodi analitici

per le acque

notiziario

ISSN: 0392-1425

Anno 12 - N. 2

Aprile-Giugno 1992

- Verifica del metodo 6420 B (Standard Methods) per la determinazione dei fenoli nelle acque. (M.L. Davi, O. Baraldi, B.M. Petronio & S. Capri)
- Indice generale del manuale sui «Metodi analitici per le acque»
- Indice generale del manuale sui «Metodi di analisi per acque di mare»

- *Verification of 6420 B Method (Standard Methods) for the Determination of Phenolic Compounds in Waters.* (M.L. Davi, O. Baraldi, B.M. Petronio & S. Capri)
- «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. 06/8841451 - Telex IRSAL 614588 - Fax 06/8417861
Comitato di Redazione: Luigi Campanella, Silvio Capri, Tullio La Noce, Alfredo Liberatori
Segreteria di Redazione: Anna Maria Strani Quell, Claudia Roffi - Grafico: Piero Fusco

La riproduzione è autorizzata a condizione che venga citata la fonte:

C.N.R. - ISTITUTO DI RICERCA SULLE ACQUE - ROMA

ISSN 0381-1421

Acque-Giugno 1982

Anno 12 - N. 2

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.

VERIFICA DEL METODO 6420 B (STANDARD METHODS) PER LA DETERMINAZIONE DEI FENOLI NELLE ACQUE

M.L. Davi, O. Baraldi*, B.M. Petronio**, S. Capri***

PMP-USL 31, C.so Giovecca n. 169 - 44100 Ferrara

* Azienda Consortile Servizi Acque, V.le XVII Novembre - 48100 Ferrara

** Dip.to di Chimica - Università "La Sapienza", Ple Aldo Moro, 5 - 00185 Roma

*** Istituto di Ricerca sulle Acque - CNR, Via Reno, 1 00198

Riassunto

In queste note vengono presentati i risultati di un esercizio di verifica del metodo 6420 B (Standard Methods) per la determinazione dei fenoli nelle acque.

Summary

Experimental results of a verification of the 6420 B method (Standard Methods) for the determination of phenols in aqueous samples are discussed.

1. INTRODUZIONE

La presenza di composti fenolici nelle acque è da imputarsi sia a fonti dirette, quali effluenti industriali (composti fenolici vengono impiegati nell'industria farmaceutica per la preparazione di resine e coloranti; alcuni di essi come il pentaclorofenolo ed il clorofenolo trovano applicazione quali pesticidi), sia a fonti indirette: è noto infatti che attraverso reazioni di trasformazione di alcuni pesticidi e di sostanze naturali si ottengono fenoli e clorofenoli anche durante processi di clorazione.

I fenoli in genere sono composti tossici anche se la loro tossicità varia a seconda del sostituente e della posizione del sostituente (LD_{50} orale, riferita al ratto, per il fenolo=414 mg/kg; pentaclorofenolo=50 mg/kg; m-nitrofenolo=447 mg/kg; o-nitrofenolo=2828 mg/kg; p-nitrofenolo=350 mg/kg; p-clorofenolo=500 mg/kg; o-clorofenolo=670 mg/kg; 2,3-dinitrofenolo=190 mg/kg; 2,4-dinitrofenolo=30 mg/kg; 2,5-dinitrofenolo=150 mg/kg; 3,5-dinitrofenolo=45 mg/kg), tanto che alcuni termini della serie si trovano in una lista di sostanze tossiche e nocive da sottoporre a stretto controllo (Priority Pollutants dell'EPA, della CEE).

La loro concentrazione in acqua varia notevolmente sia a causa della loro diversa solubilità (fenolo=67 g/L; 2-nitrofenolo=2 g/L; dimetilfenolo, pochi milligrammi per litro) che del diverso grado di degradabilità. Generalmente nelle acque di fiume si trovano a livelli di $\mu\text{g/L}$.

Da quanto detto emerge come nel controllo della qualità di un'acqua sia necessario conoscere non solo la concentrazione totale dei composti fenolici, ricavabile con le più comuni metodiche aspecifiche

(metodo alla 4-amminoantipirina; metodo alla paranitroanilina) ma anche la concentrazione di ogni singolo composto. Il ricorso a tecniche analitiche specifiche quali la gas cromatografia e la cromatografia liquida ad alta pressione (HPLC) consente di ottenere tali informazioni.

Oggetto di questa nota è appunto la presentazione dei risultati ottenuti applicando un metodo specifico di determinazione di fenoli (Standard Methods, Metodo 6420 B). Il suddetto metodo, che si basa su un'estrazione liquido-liquido seguita da una determinazione in gas cromatografia con rivelatore a ionizzazione di fiamma (FID), è stato verificato su acque potabili e superficiali (fiume Po).

È stato altresì valutato il rendimento dell'estrazione in fase solida quale procedura alternativa di pre-concentrazione del campione.

2. PREPARAZIONE DEGLI STANDARD DI CALIBRAZIONE

Sono state preparate soluzioni in isopropanolo (circa 300 mg/L) dei singoli fenoli di interesse. Diluendo opportunamente in isopropanolo le soluzioni individuali, si è ottenuta una soluzione madre in cui le concentrazioni dei singoli fenoli risultavano comprese tra 10 e 100 mg/L.

Le soluzioni standard di lavoro sono state preparate per diluizione (1:2 e 1:10) della soluzione madre. Tali soluzioni, conservate al buio a 0°C, sono risultate stabili al massimo per un periodo di tre mesi.

3. VERIFICA DEL METODO 6420 B (STANDARD METHODS)

Procedimento analitico

Un litro di campione posto in imbuto separatore è stato acidificato a pH 1-2 con H_3PO_4 e estratto tre volte con 50 mL di cloruro di metilene.

Gli estratti riuniti, disidratati e filtrati, sono stati concentrati fino a circa 0,5 mL impiegando il sistema Kuderna-Danish, come indicato nel metodo. Dopo aver aggiustato il volume a 1 mL esatto con isopropanolo, si è analizzato il campione in gas cromatografia utilizzando un gas cromatografo DANI mod. 8521 a, equipaggiato con colonna di vetro (1.83 m x 2mm ID) impaccata con 1% SP-1240-DA (100/120 mesh) SUPELCOPORT.

Sono state applicate le seguenti condizioni operative:

Flusso carrier: 30 mL/min;

$T_{\text{iniettore}} = 220^\circ\text{C}$;

$T_{\text{FID}} = 240^\circ\text{C}$;

Gradiente: 2 min a 70°C, 8°C/min fino a 200°C, 15 min a 200°C.

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

Nell'ambito della sperimentazione intesa a verificare il metodo in oggetto, si è proceduto preliminarmente alla determinazione dei limiti di rivelabilità e degli intervalli di linearità dei composti fenolici scelti (Tabb. 1 e 2). I limiti di rivelabilità ottenuti, leggermente più alti di quelli pubblicati, consentono la de-

Tab. 1 - Tempo di ritenzione (t_R) e limite di rivelabilità (L.R.) dei composti fenolici esaminati

	t_R (min)	L.R. (ng)
2-clorofenolo	7.18	0,43
2-nitrofenolo	7.74	0,76
fenolo	9.41	0,60
2,4-diclorofenolo	11.27	0,47
4-cloro-3-metilfenolo	15.07	0,85
pentaclorofenolo	19.86	10,00
4-nitrofenolo	26.50	0,82

Tab. 2 - Intervallo di linearità dei composti fenolici esaminati

2-clorofenolo	da	0,5	a	30	mg/L
2-nitrofenolo	"	1,0	"	40	"
fenolo	"	2,0	"	30	"
2,4-diclorofenolo	"	1,0	"	30	"
4-cloro-3-metilfenolo	"	1,5	"	50	"
pentaclorofenolo	"	10	"	50	"
4-nitrofenolo	"	10	"	50	"

terminazione specifica dei composti fenolici in acque di scarico e superficiali mentre per le acque potabili, per le quali il DPR 236/88 prevede una concentrazione massima accettabile di $0,5 \mu\text{g/L}$, è necessario ricorrere ad altre procedure analitiche (Borra et al., 1989).

Sono state quindi effettuate prove di recupero aggiungendo 1 mL di ciascuna delle tre miscele standard di lavoro (soluzione madre e soluzioni diluite ottenute per diluizione della prima 1:2 e 1:10) a un litro di acqua potabile e superficiale del fiume Po. L'incremento pari a $100 \mu\text{g/L}$ per ciascun composto, come indicato nel "Quality Control Check" dello Standard Methods non è stato effettuato in quanto troppo diverso dalle concentrazioni dei campioni reali routinariamente analizzati.

Le prove di recupero sono state condotte anche su acqua deionizzata (acqua milli Q, Millipore), addizionata con le stesse miscele di composti fenolici precedentemente indicate, per verificare l'effetto di eventuali interferenti presenti nei campioni reali. I risultati ottenuti su campioni di acqua potabile, mediante calibrazione con standard esterni, sono indicati in Tab. 3, mentre in Fig. 1 è riportato un esempio di cromatogramma di un campione di acqua potabile addizionata con la soluzione madre di fenoli.

I recuperi medi ottenuti da cinque determinazioni sono in buon accordo con i valori ricavabili dalle equazioni lineari riportate in Tab. 6420 IV del metodo, che mettono in relazione la concentrazione del composto fenolico con il corrispondente recupero presupposto. Questo ha permesso di verificare che accuratezza e precisione del metodo sono direttamente correlate alla concentrazione del composto e non dipendono generalmente dalla matrice del campione. Tuttavia nelle misure di recupero effettuate su campioni di acqua superficiale sono stati ottenuti alcuni risultati in eccesso, per la presenza di sostanze interferenti caratterizzate da tempi di ritenzione molto vicini a quelli di alcuni composti in esame che hanno reso

Tab. 3 - Recuperi ottenuti da campioni di acqua potabile

	Conc. teor. $\mu\text{g/l}$	rec. \pm rsd %	Conc. teor. $\mu\text{g/l}$	rec. \pm rsd %	Conc. teor. $\mu\text{g/l}$	rec. \pm rsd %
2-clorofenolo	30	83 ± 3	15	73 ± 5	3	54 ± 6
2-nitrofenolo	40	80 ± 5	20	75 ± 6	4	71 ± 6
fenolo	10	81 ± 10	5	81 ± 12	1	82 ± 12
2,4-diclorofenolo	40	80 ± 2	20	78 ± 4	4	86 ± 4
4-cloro-3-metilfenolo	60	80 ± 2	30	75 ± 4	6	62 ± 5
pentaclorofenolo	100	93 ± 8	50	55 ± 12	10	45 ± 16
4-nitrofenolo	100	62 ± 12	50	26 ± 15	10	30 ± 16

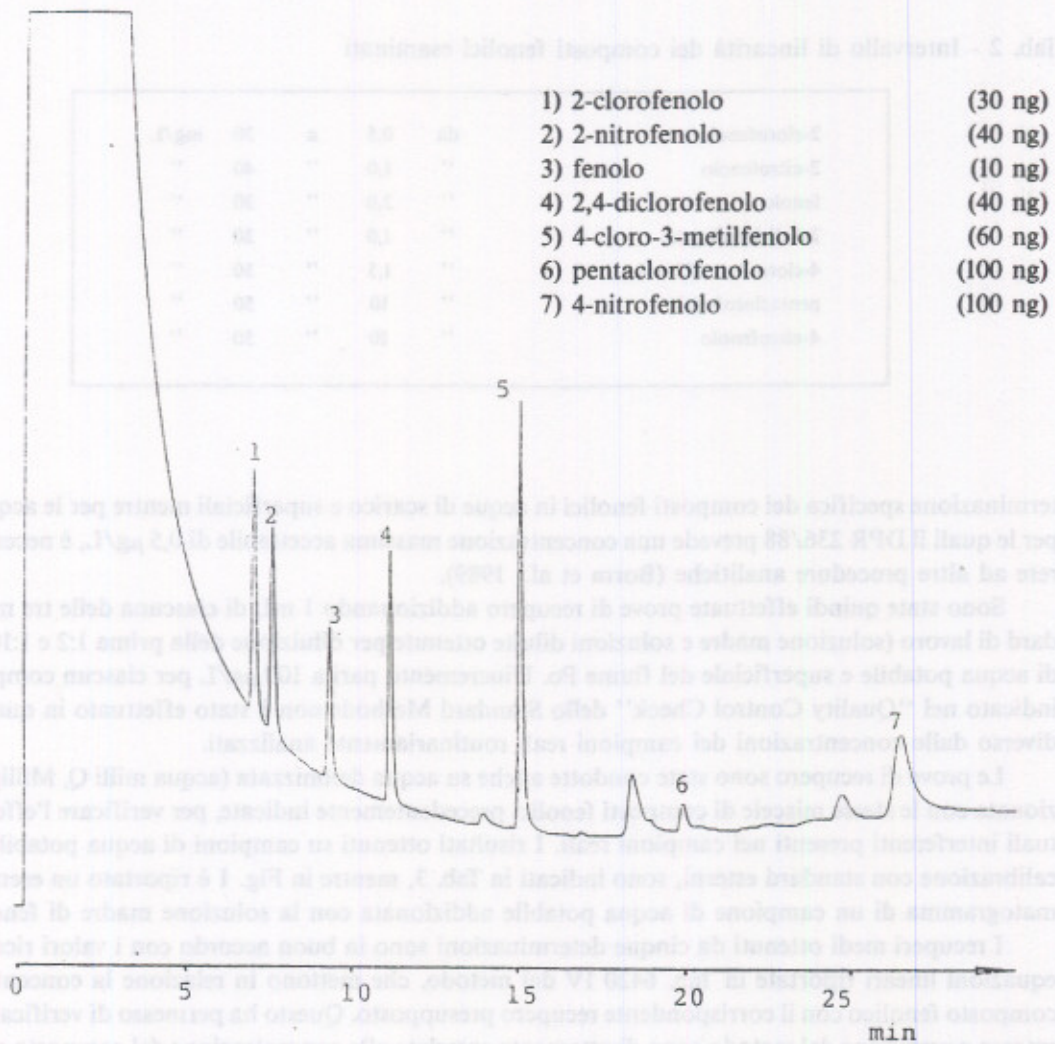


Fig. 1 - Cromatogramma dei composti fenolici estratti da un campione di acqua potabile incrementato con 1 mL della soluzione madre di fenoli

quindi problematica l'integrazione dell'area corrispondente.

Per i due livelli più elevati di concentrazione dei campioni incrementati, i recuperi sono essenzialmente compresi tra il 75 e l'80%, per ogni tipo di matrice, mentre gli incrementi più bassi hanno dato recuperi variabilmente inferiori.

Risultati anomali sono stati ottenuti per il fenolo e per il pentaclorofenolo con recuperi, rispettivamente, nettamente superiori e nettamente inferiori a quelli previsti. Una deviazione standard relativa (rsd) maggiore di 10 è stata calcolata per il fenolo, pentaclorofenolo e 4-nitrofenolo.

La macchinosità ed i lunghi tempi richiesti dal sistema di concentrazione Kuderna-Danish rendono questa procedura non utilizzabile su base routinaria. Per questi motivi ed anche per verificare se il predetto sistema di concentrazione possa aver influito sui recuperi ottenuti sono state condotte prove di recupero ricorrendo a due procedure di concentrazione diverse.

La prima prevede la riduzione del volume in rotavapor fino a 2 mL circa (basso numero di giri; temperatura = 30°C), il successivo trasferimento dell'estratto concentrato in provetta graduata e il lavaggio quantitativo del pallone con due porzioni di isopropanolo da 2 mL ciascuna. L'estratto finale viene concentrato ad un volume preciso sotto debole corrente d'azoto.

La seconda si basa sull'aggiunta agli estratti organici di 2 mL di acetone, 250 µL di una soluzione di K₂CO₃ al 10% e la successiva concentrazione fino a 5 mL con evaporatore rotante a 35°C. Il concentrato, trasferito quantitativamente in provetta graduata con due successivi lavaggi di acetone da 2 mL ciascuno, viene evaporato a 50°C, sotto leggero flusso di azoto, fino ad un volume esatto opportuno (Lee e Chau, 1984).

I recuperi ottenuti con i due metodi di concentrazione sopra descritti non differiscono sostanzialmente tra di loro risultando più bassi di un 5-6% rispetto a quelli del sistema Kuderna-Danish. Tuttavia, il tempo necessario per concentrare l'estratto risulta nettamente inferiore (circa 3 ore).

5. ESTRAZIONE IN FASE SOLIDA

La criticità dello step di concentrazione dell'estratto nella metodica esaminata in precedenza ha suggerito di valutare l'efficacia dell'estrazione in fase solida quale procedura alternativa di preconcentrazione del campione. L'obiettivo era di verificare se le perdite di analita, durante la fase di concentrazione del solvente, potevano essere ridotte grazie al limitato volume di eluente che può essere utilizzato con tale tecnica.

A tal fine sono state effettuate prove di recupero su campioni di acqua potabile e superficiale, utilizzando colonne specifiche per composti fenolici (Envirelut-Phenol, Analitichem).

Procedimento analitico

Campioni d'acqua da un litro, contenenti 500 µL di acido fosforico, sono stati addizionati con le stesse miscele standard di fenoli già utilizzate per la verifica del metodo 6420 B. Per le acque superficiali, si è dovuto procedere ad una preventiva filtrazione su lana di vetro da 1,2 micron di porosità, che è la minima in grado di consentire la filtrazione del campione senza arrivare ad intasarsi. Questo permette di eliminare il particolato più grossolano ed evitare così una rapida saturazione del materiale adsorbente. Una colonna per estrazione è stata collegata con una camera da vuoto e condizionata sequenzialmente con 10 mL di acetone, 10 mL di metilene cloruro e 10 mL di metanolo. Per rimuovere l'eccesso di quest'ultimo solvente, si è lavata la colonna con 10 mL di acqua esente da sostanze organiche. Si è fatto quindi passare un litro di campione attraverso la colonna, in continuo, applicando un vuoto di circa 120 mm Hg.

Al termine della filtrazione, il recipiente contenente il campione è stato lavato accuratamente con 10 mL di acido fosforico 7 mM, passati poi in colonna.

Il materiale adsorbente è stato asciugato per cinque minuti, facendo passare aria sotto vuoto. Al di sotto della colonna è stata posta una provetta graduata contenente 25 μL di idrossido di potassio 8 M, quindi sono stati eluiti i fenoli con 12 mL di cloruro di metilene, applicando un vuoto di 50 mm Hg. L'estratto è stato evaporato a secchezza sotto una debole corrente d'azoto a 30-40°C. Dopo aver neutralizzato l'ambiente con 60 μL di acido cloridrico 1+1, l'estratto è stato ripreso con 20 μL di cloruro di metilene e disidratato aggiungendo qualche cristallo di solfato di sodio anidro. Si è proceduto quindi all'analisi gas cromatografica con rivelatore a ionizzazione di fiamma, impiegando la stessa strumentazione e le stesse condizioni operative applicate nella verifica del metodo 6420 B.

6. RISULTATI E DISCUSSIONE

Nelle tabelle seguenti sono riportati i risultati delle prove di recupero su acqua potabile e superficiale espressi come valori medi di cinque determinazioni.

Tab. 4 - Recuperi ottenuti da campioni di acqua potabile

	Conc. teor. $\mu\text{g/l}$	rec. \pm rsd %	Conc. teor. $\mu\text{g/l}$	rec. \pm rsd %	Conc. teor. $\mu\text{g/l}$	rec. \pm rsd %
2-clorofenolo	30	80 \pm 3	15	74 \pm 4	3	68 \pm 5
2-nitrofenolo	40	83 \pm 5	20	71 \pm 6	4	65 \pm 7
fenolo	10	49 \pm 12	5	30 \pm 15	1	33 \pm 16
2,4-diclorofenolo	40	82 \pm 2	20	87 \pm 3	4	90 \pm 2
4-cloro-3-metilfenolo	60	98 \pm 2	30	91 \pm 4	6	98 \pm 2
pentaclorofenolo	100	85 \pm 7	50	66 \pm 10	10	64 \pm 10
4-nitrofenolo	100	55 \pm 12	50	60 \pm 13	10	80 \pm 10

Tab. 5 - Recuperi ottenuti da campioni di acqua superficiale

	Conc. teor. $\mu\text{g/l}$	rec. \pm rsd %	Conc. teor. $\mu\text{g/l}$	rec. \pm rsd %	Conc. teor. $\mu\text{g/l}$	rec. \pm rsd %
2-clorofenolo	30	77 \pm 5	15	69 \pm 4	3	66 \pm 6
2-nitrofenolo	40	74 \pm 5	20	61 \pm 7	4	57 \pm 8
fenolo	10	36 \pm 15	5	27 \pm 16	1	12 \pm 11
2,4-diclorofenolo	40	80 \pm 4	20	83 \pm 4	4	85 \pm 4
4-cloro-3-metilfenolo	60	81 \pm 3	30	86 \pm 2	6	87 \pm 3
pentaclorofenolo	100	75 \pm 8	50	66 \pm 10	10	54 \pm 12
4-nitrofenolo	100	60 \pm 10	50	61 \pm 11	10	77 \pm 8

Tali risultati appaiono generalmente confrontabili con quelli ottenuti con il metodo di estrazione liquido-liquido, ad eccezione del fenolo, per il quale i recuperi sono estremamente bassi ad ogni livello di concentrazione testato ed indipendentemente dal tipo di matrice utilizzata.

2,4-diclorofenolo e 4-cloro-3-metilfenolo mostrano i risultati migliori sia in termini di recupero (superiore al 90%) che di riproducibilità del dato, mentre per fenolo, pentaclorofenolo e 4-nitrofenolo si registrano le deviazioni standard più elevate come già osservato nelle prove con il sistema di estrazione liquido-liquido.

Al diminuire delle concentrazioni dei composti fenolici addizionati ai campioni di acqua potabile e superficiale si osserva una diminuzione delle percentuali di recupero; esse tuttavia risultano, con la sola eccezione del fenolo, superiori a quelle realizzate con il sistema di estrazione liquido-liquido.

Confrontando i dati ottenuti con le due diverse matrici emerge che i recuperi per le acque superficiali risultano inferiori a quelle per le acque potabili. Tali più bassi recuperi possono essere imputati, presumibilmente, alla necessità di manipolare maggiormente il campione, a causa della presenza di materiale sospeso.

I risultati fin qui ottenuti dimostrano che il metodo di estrazione in fase solida può costituire una valida alternativa all'estrazione liquido-liquido, non dimenticando però il grosso limite rappresentato dai bassi recuperi del fenolo. Alcuni passaggi della procedura devono essere tuttavia ancora ottimizzati; in particolare è importante stabilire se, ed in quale misura, la velocità di flusso del campione attraverso la colonna influisce sulla capacità estrattiva del materiale adsorbente. Anche la concentrazione dell'estratto fino a un volume ridotto, anziché a secchezza, può consentire di evitare perdite dei componenti più volatili e determinare, conseguentemente, un miglioramento delle percentuali di recupero.

7. BIBLIOGRAFIA

APHA, AWWA, WPCF (1989): "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", XVIIth ed., (Washington, D.C., APHA).

BORRA C., DI CORCIA A., MARCHETTI M. & SAMPERI R. (1986): "Evaluation of Graphitized Carbon Black Cartridges for Rapid Organic Trace Enrichment from Water: Application to Priority Pollutants Phenols", *Anal. Chem.*, **58**, 2048-2052.

LEE H.B. & CHAU A.S.Y. (1984): *J. Assoc. of Anal. Chem.*, **67**, 1086.

STARK A. (1969): *J. Agric. Food Chem.*, **17**, 871.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1984): EPA Method Study 14, Method 604-Phenols. EPA-600/4-84-044, *National Technical Information Serv.*, PB 84-196211, (Springfield, Va.).

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

Codice	Metodo	Anno di pubbl. su volume	Anno di pubbl. su scheda
Sezione A - (Parte generale)			
• A-001	Strutture, attrezzature e reattivi di laboratorio	1984	—
• A-002	Lineamenti di tecniche analitiche	1991	—
• A-003	Metodi di campionamento	1977	—
• A-004	Elaborazione dei risultati	1983	—
Sezione B - (Determinazione di parametri fisici e chimico fisici)			
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	—
Sezione C - (Determinazione di metalli e di specie metalliche)			
C-001	Alluminio	1972	1988
C-002	Argento	1972	—
C-003	Arsenico	1972	1983
C-004	Bario	1972	1980
C-005	Berillio	1972	1990
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
C-026	Tellurio	—	1991

(segue)

(*) I metodi analitici sono in vendita presso il Consiglio Nazionale delle Ricerche - Ufficio Pubblicazioni - Servizio Vendite, Via Nizza, 128 - 00198 Roma (Tel. 8413419). 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
Sezione D - (Determinazione di sostanze e parametri inorganici non metallici)			
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
Sezione E - (Determinazione di sostanze e parametri organici)			
E-001	Azoto albuminoide	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
E-019	Erbicidi triazinici ed altri azotati	1992	—
Sezione F - (Determinazione di parametri biologici e microbiologici)			
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
—	Indicazioni generali	
—	Fattori di conversione e di calcolo	
—	Campionamento	
100	Caratteristiche chimico- fisiche	
110	Trasparenza	1984
120	Temperatura	
130	Colore	
140	Salinità	1983
150	Materiale in sospensione	1984
160	pH	
170	Ossigeno disciolto	
200	Specie metalliche	
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	
300	Specie inorganiche non metalliche	
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
400	Composti organici	
410	Fenoli	
420	Oli minerali	1984
430	Tensioattivi anionici	
440	Composti organo-alogenati	
440.1	Pesticidi clorurati	1986
500	Saggi biologici e microbiologici	
510	Coliformi totali	1983
520	Coliformi fecali	1983
530	Streptococchi fecali	1983
540	Salmonelle	1984
550	Enterovirus	
560	Adenosintrifosfato (ATP)	1988
570.1	Clorofilla	1990
600	Prove di tossicità	
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, Via Nizza, 128 - 00198 Roma (Tel. 8413419). La spedizione viene effettuata con pagamento contro assegno.