

FRANCO MEDICI

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI

DI ROMA "LA SAPIENZA"

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA

CHIMICA, DEI MATERIALI DELLE

MATERIE PRIME E METALLURGIA.

E-MAIL: MEDICI@INGCHIM.ING.UNIROMA1.IT

LAGHI ALBANO E DI NEMI: CARENZA IDRICA E ALTERAZIONE DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE

RIASSUNTO

Sono riportati i risultati conclusivi di una campagna di analisi della durata di un anno (2003) relativi allo stato di qualità delle acque superficiali dei laghi Albano, di Castel Gandolfo e di Nemi. Sui campioni prelevati si è misurato il pH, la conducibilità, l'alcalinità, l'azoto e il fosforo totale: le determinazioni analitiche sono state confrontate con analoghe valutazioni relative a precedenti campagne di misura. Si è effettuato, inoltre, il bilancio idrico dell'idrostruttura Albana utilizzando alcuni dati disponibili in letteratura.

INTRODUZIONE

Scrivo questa breve relazione avendo considerato: 1) la frequenza con cui negli ultimi due anni sono state organizzate conferenze sul problema dell'acqua nel territorio Albano, 2) le azioni legali che Italia Nostra ha intrapreso nei confronti della Regione Lazio per interdire i prelievi diretti d'acqua dal lago Albano, 3) le analisi delle acque dei due laghi, che l'autore ha personalmente eseguito, per tutto il 2003, presso i laboratori del Dipartimento di Ingegneria Chimica dell'Università di Roma "La Sapienza".

Tutti i laghi raccolgono acque di natura diversa: acque di afflusso meteorico, acque degli immissari, acque di sorgente ed infine acque di rifiuto provenienti da insediamenti urbani, industriali ed agricoli; si comprende, quindi, come le possibilità di inquinamento e la capacità di autodepurazione siano strettamente collegate al ricambio idrico. È evidente, quindi, che i laghi privi di emissario sono i più vulnerabili dal punto di vista dell'inquinamento causato dalla pressione antropica o da limitrofe attività agricole - industriali.

Un caso emblematico di tale situazione è rappresentata nell'Italia centrale dai laghi Albano e di Nemi, che si trovano 25 Km a sud - est della città di Roma, all'interno del sistema idrografico del Vulcano Laziale detto anche idrostruttura Albana. Tale struttura può essere considerata come un sistema idraulicamente isolato, ricaricato pressoché

in maniera esclusiva dalle precipitazioni che si verificano sulla sua area, poiché l'interscambio idraulico con gli acquiferi è trascurabile.

I primi studi riguardo il bilancio idrico dell'idrostruttura Albana risalgono alla fine del 1800 con Zoppi (1892) e Perrone (1899). Valutazioni più recenti sono state effettuate da altri studiosi, con Boni et al. (1986), Ventriglia (1990), Capelli et al. (1998) e infine lo Studio Lotti (1999). Il lavoro dello Studio Lotti stima il fabbisogno idrico complessivo secondo i tre settori tradizionali di utenza (industriale, agricolo e civile) in una quantità pari a 57 Mm³/anno: la valutazione è stata calibrata sulla popolazione residente, censita dall'ISTAT nel 1991 nei comuni dei Castelli Romani. Viene, inoltre, impostato un bilancio ambientale su un'area pari a 273 Km², concludendo che 16 Mm³/anno costituiscono il valore di perdita media annua della risorsa immagazzinata nell'acquifero.

Dai dati resi noti dallo Studio Lotti, consultabili presso la Regione Lazio, si evince che le risorse idriche locali, per i quindici comuni dei Castelli Romani presi in considerazione, ammontano a 40 Mm³/anno e che nella stessa area si ha un apporto di acqua dall'esterno (acquedotto del Simbrivio) pari a 7 Mm³/anno, per cui è possibile stimare in (57 - [40 (risorse) + 7 (apporto esterno)]) = 10 Mm³/anno lo squilibrio tra consumo e risorsa idrica disponibile, secondo i dati aggiornati al 1991. Personalmente stimo, ad oggi (2004), il fabbisogno idrico complessivo nei comuni dei Castelli Romani pari a 65 Mm³/anno, quindi lo squilibrio tra consumo e disponibilità risulta essere uguale a 18 Mm³/anno: tale squilibrio è evidentemente soddisfatto autonomamente dalla popolazione residente mediante prelievi dalla falda.

Più allarmanti sono le valutazioni di Tanga et al. (1998), i quali riportano i risultati della stima del prelievo idrico comunale, che è aumentato nel periodo compreso tra il 1984 e il 1995 in una quantità pari al

48% (23 Mm³/anno nel 1984, contro i 34 Mm³/anno nel 1995). Nello stesso lavoro si è valutato, su un bacino di 100 Km², coincidente all'incirca con l'area intercalderica della idrostruttura Albana, che la ricarica dell'acqua di falda dovuta alle precipitazioni è pari a 30 Mm³/anno, e si conclude che il prelievo d'acqua dalla falda non è sostenibile dall'acquifero in base ai valori di ricarica stimati.

LIVELLI IDROMETRICI

Il lago Albano, come quello di Nemi, è di origine vulcanica e può essere considerato come lago regionale e vulcanico le cui caratteristiche morfologiche sono riportate in tabella 1 (Chondrogianni e al., 1996).

È bene premettere che il lago di Nemi è stato più studiato del lago Albano, per cui risultano disponibili un maggior numero di informazioni specialmente per ciò che riguarda la valutazione dello stato trofico delle acque. Per quanto riguarda la misura dei livelli idrometrici non sono disponibili rilevazioni sistematiche, ma solo indicazioni desunte dalla letteratura o stime di associazioni ambientaliste.

Per quanto riguarda il lago Albano i dati pubblicati dalla Provincia di Roma (1998) individuano nel periodo 1960 - 1980 un sostanziale mantenimento dei livelli di riferimento, nel periodo 1980 - 1996 una perdita di 160 cm, mentre i dati forniti dal WWF stimano una perdita di 90 cm nel periodo 1996 - 2000. Recentemente (Bono, 2003) è stata presentata una stima della perdita di volume del lago ($V = - 16\ 225\ 400\ m^3$ nel periodo compreso tra il 1984 e il 2003) e una perdita dei superficie nello stesso periodo ($S = - 337\ 236\ m^2$) cui corrisponde un abbassamento del livello del lago pari a $H = 2.78$ metri.

Più complessa la situazione per il lago di Nemi, Botrè et al. (1975) scrivono che il livello del lago, "anche se non ha più raggiunto la quota 323.80 metri s. l. m. che presentava nel 1923 all'incile dell'emissario, si trova oggi (1975) a 318 metri s.l.m.": tale

	Superficie (Km ²)	Tempo di residenza (anni)	Profondità max. (m)	Profondità media (m)	Volume (10 ⁹ m ³)
Lago Albano	6.00	47	175	77	0.5
Lago Nemi	1.80	15	32	17	0.03

Tab. 1 - Caratteristiche morfologiche dei laghi Albano e di Nemi.

perdita di livello va attribuita ad un non completo recupero dei livelli di riferimento a seguito dell'operazione di svuotamento effettuata nel periodo compreso tra ottobre 1928 e ottobre 1932 per recuperare le due antiche navi romane (si ricorda che in tale periodo il lago venne abbassato di 22 metri). I dati pubblicati dalla Provincia di Roma (1998) individuano nel periodo 1960 - 1993 un mantenimento dei livelli di riferimento, mentre nel periodo 1993 - 1996 una perdita di 190 cm, cui si aggiungono i dati resi disponibili dal WWF (2002), che individuano una perdita di 50 cm nel periodo 1996 - 2000.

Gli studi delle precipitazioni comparati con l'abbassamento dei livelli idrometrici (Tanga et al., 1998) hanno messo in evidenza che fino al 1987 esisteva una corrispondenza tra i due fenomeni, da quella data in poi i laghi hanno mostrato un generale decremento del loro livello idrometrico non più in relazione con la diminuzione delle precipitazioni. L'abbassamento è da attribuirsi, quindi, a fattori connessi ad un incremento del numero di abitanti, cui

corrisponde un aumentato prelievo delle acque di falda: è noto, infatti, come evidenziato in precedenza, che il prelievo idrico di tutti i comuni dei Castelli Romani è aumentato mediamente del 48% tra il 1984 e il 1995.

La perdita di livello idrometrico del lago Albano ha subito un processo di accelerazione negli anni 2002 - 2004, come testimoniato dalle fotografie scattate nello stesso punto nell'aprile del 2002 (figura 1) e nell'aprile del 2004 (figura 2). A titolo del tutto indicativo si riporta, inoltre, una immagine (figura 3) degli stessi luoghi, ripresa nel 1960, anno in cui il lago Albano ha ospitato le prove olimpiche di canottaggio, per avere un'idea del fenomeno dell'abbassamento dei livelli idrometrici di riferimento nel suo complesso. Nella figura 3, dietro le barche in primo piano, è possibile riconoscere i piloni in calcestruzzo armato che venivano utilizzati come attracco delle canoe durante le regate olimpiche, gli stessi piloni sono stati ripresi successivamente in primo piano nel 2002 (figura 1) e nel 2004 (figura 2) ormai completamente emersi dall'acqua.

STATO TROFICO

Per confrontare lo stato di qualità delle acque dei laghi si sono presi in considerazione i lavori di Botrè et al. (1975), Ielmini et al. (1978), Pagnotta et al. (1986), Carunchio et Rolle (1987), Pettine e Tartari (2001), Medici e Rinaldi (2004).

L'autore di questo lavoro ha effettuato una campagna di prelievi nel 2003, raccogliendo campioni di acqua superficiale nel lago Albano (si sono prelevati otto campioni in quattro diversi punti del lago in quattro diversi periodi dell'anno: febbraio, maggio, agosto e novembre) e nel lago di Nemi (si sono prelevati quattro campioni in due diversi punti del lago in quattro diversi periodi dell'anno: febbraio, maggio, agosto e novembre).

Sui campioni sono state effettuate misure di pH, alcalinità, azoto totale (TKN, metodo Kjeldahl) e fosforo totale (TP, spettroscopia di assorbimento atomico).

LAGO ALBANO

Botrè et al. (1975) concludono il loro lavoro affermando che le condizioni delle acque dei laghi presi in considerazione (Albano, Bracciano e Nemi) possono essere definite ancora discrete, le maggiori preoccupazioni riguardano il lago di Nemi, il più esposto ad eventuali fenomeni di inquinamento.

Pettine e Tartari (2001) rilevano valori di concentrazione di azoto totale su campioni



Fig. 1 - Lago Albano, aprile 2002.



Fig. 2 - Lago Albano, aprile 2004.

di superficie in linea con quelli trovati da Pagnotta et al. (1986) e di fosforo più ridotti. Nello stesso lavoro risultano assai elevate le concentrazioni di azoto totale (2.42 mg/l) e di fosforo totale (348 microgrammi/l) misurate sul fondo del lago (- 152 m), rilevate nel campionamento di febbraio 2000. Questi risultati, se letti in parallelo con le analisi microbiologiche effettuate da Mancini et al. (2001), che hanno rilevato la presenza di spore di clostridi (2×10^6 UCF/100 ml sul fondo del lago), individuano le condizioni di un grave inquinamento organico pregresso.

I risultati delle misure effettuate dall'autore (4 prelievi in quattro diversi mesi del 2003) hanno individuato valori di pH compresi tra 7.3 e 8.5, di conducibilità compresi tra 360 e 435 m S e di alcalinità totale compresi tra 4.6 e 5.1 meq/l, i valori minimi, per tutti i parametri considerati, sono stati rilevati a febbraio 2003, i valori massimi tutti ad agosto 2003.

Per effettuare un confronto immediato dello stato della qualità delle acque del lago Albano, in tabella 2 sono riportati i valori misurati da diversi autori a distanza di anni per ciò che riguarda l'azoto e il fosforo totale. I

dati riportati si riferiscono ad analisi effettuate su campioni prelevati in superficie.

LAGO DI NEMI

Per questo lago risultano essere disponibili un numero maggiore di analisi chimico - fisiche. Botrè et al. (1975) hanno rilevato, nell'estate del 1974, concentrazioni di

	TKN (mg/l di N)	TP (µg/l di P)	Altre informazioni
Botrè 1973	0.18	--	Valor medio 9 campioni
Pagnotta 1980 - 83	0.21	68.3	Valor medio più campioni
Pettine 2000	0.31	24.5	Valor medio 4 campioni
Medici 2003	0.87	31	Valor medio 32 campioni

Tab. 2 - Lago Albano, concentrazioni misurate di azoto e fosforo totale.

ammoniacale mediamente pari a 1.5 mg/l e nell'autunno 1973 presenza di tensioattivi (M.B.S.A. = 0.75 mg/l); gli autori concludono affermando che il lago è esposto a fenomeni di inquinamento acuto.

Ielmini M. e al. (1978) hanno effettuato analisi a diverse profondità rilevando condizioni di eutrofizzazione più gravi che nel 1975.

Carunchio e Rolle (1987) hanno effettuato tra il 1982 - 1983 una intensa campagna di monitoraggio; il lavoro, che è il più ampio e completo del settore, può essere

mentato per confrontare lo stato di qualità delle acque. Gli autori concludono il lavoro scrivendo che "appare evidente come l'insieme dei dati chimico - fisici mettono in risalto l'estremo stato di degradazione delle acque del lago di Nemi, interessato da un carico inquinante nettamente eccedente le sue capacità di autodepurazione".

Pettine et al. (2001) definiscono la situazione trofica del lago di Nemi leggermente più compromessa di quella del lago Albano; i profili verticali di concentrazione, delle varie specie dell'azoto riportate nel lavoro suggeriscono che esiste un inquinamento organico di derivazione agricola, probabilmente dovuto all'utilizzazione di fertilizzanti.

I risultati delle misure effettuate dall'autore (2 prelievi in quattro diversi mesi del 2003) hanno individuato valori di pH compresi tra 7.1 e 8.2, di conducibilità compresi tra 245 e 310 m S e di alcalinità totale compresi tra 2.9 e 4.1 meq/l, i valori massimi di pH e conducibilità sono stati misurati a maggio 2003, quelli di alcalinità a febbraio 2003.

Disponendo di più dati relativi a diverse campagne di misura è possibile riportare in un grafico (figura 4) le concentrazioni di azoto totale misurate da Carunchio e Rolle (rilevazioni 1983 - 1984), da Pettine e Tartari (rilevazioni 2000) e da Medici e Rinaldi (rilevazioni 2003) e seguire gli andamenti stagionali medi relativi a campioni prelevati in superficie.

DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Le misure effettuate hanno dimostrato un sensibile peggioramento delle condizioni trofiche del lago Albano. Infatti il valor medio di azoto totale misurato è pari a 0.87 mg/l; tale risultato indica condizioni notevolmente peggiori di quelle rilevate negli anni precedenti.

I massimi valori di inquinamento sono stati rilevati ad agosto, in particolare nel punto di prelievo prossimo alla zona dei ristoranti della passeggiata del lungolago dove più alta è la pressione antropica. Le curve misurate (Medici, 2004) per l'azoto totale dimostrano un andamento congruente con le stagioni e presentano valori minimi a maggio e novembre, intermedi a febbraio, ciò in relazione alle fioriture algali tipiche di questo periodo dell'anno (Bruno et al., 1997)

Lo stato trofico del lago di Nemi risulta migliorato rispetto alla campagna di rilevazioni del 1983 ed in linea con i risultati relative alle misure del CNR del 2000. Si è rile-

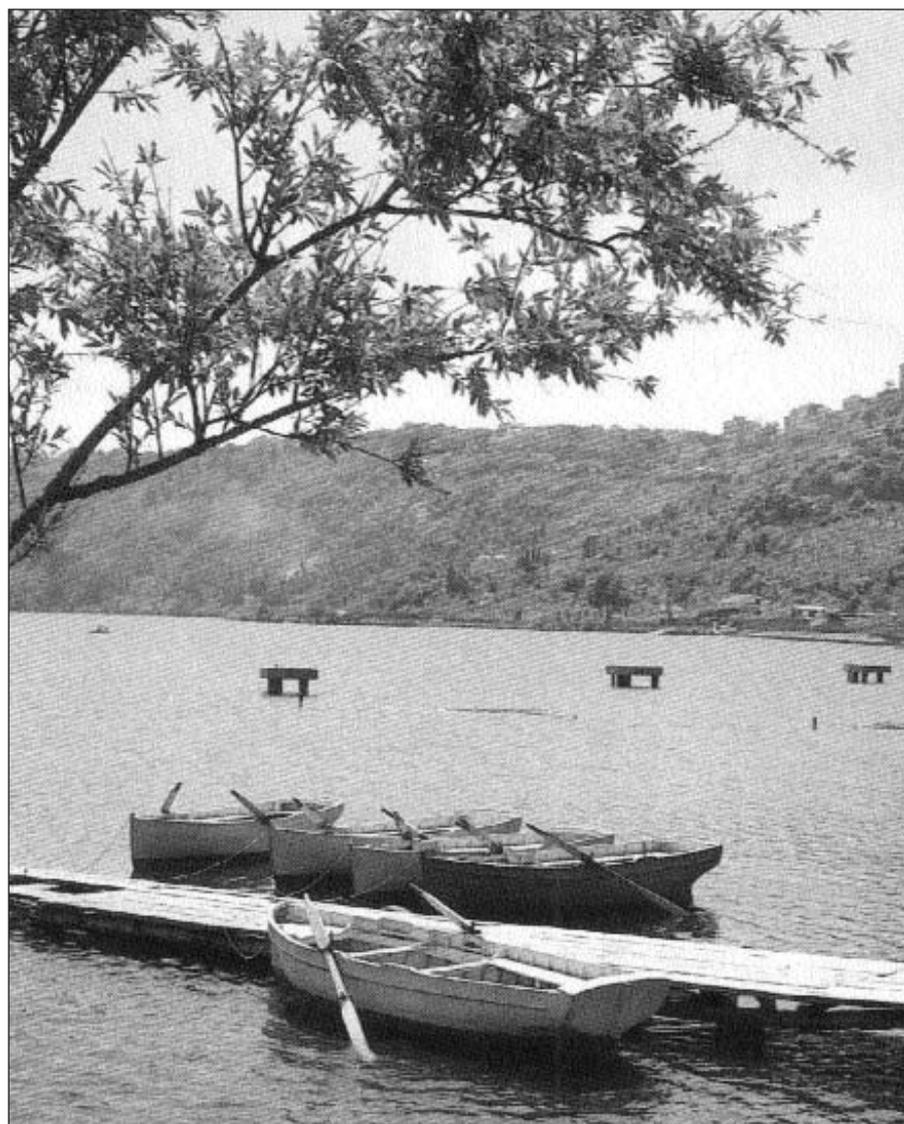


Fig. 3 - Lago Albano 1960, dietro le barche i piloni in cemento armato riportati in primo piano nelle figure 1 e 2.

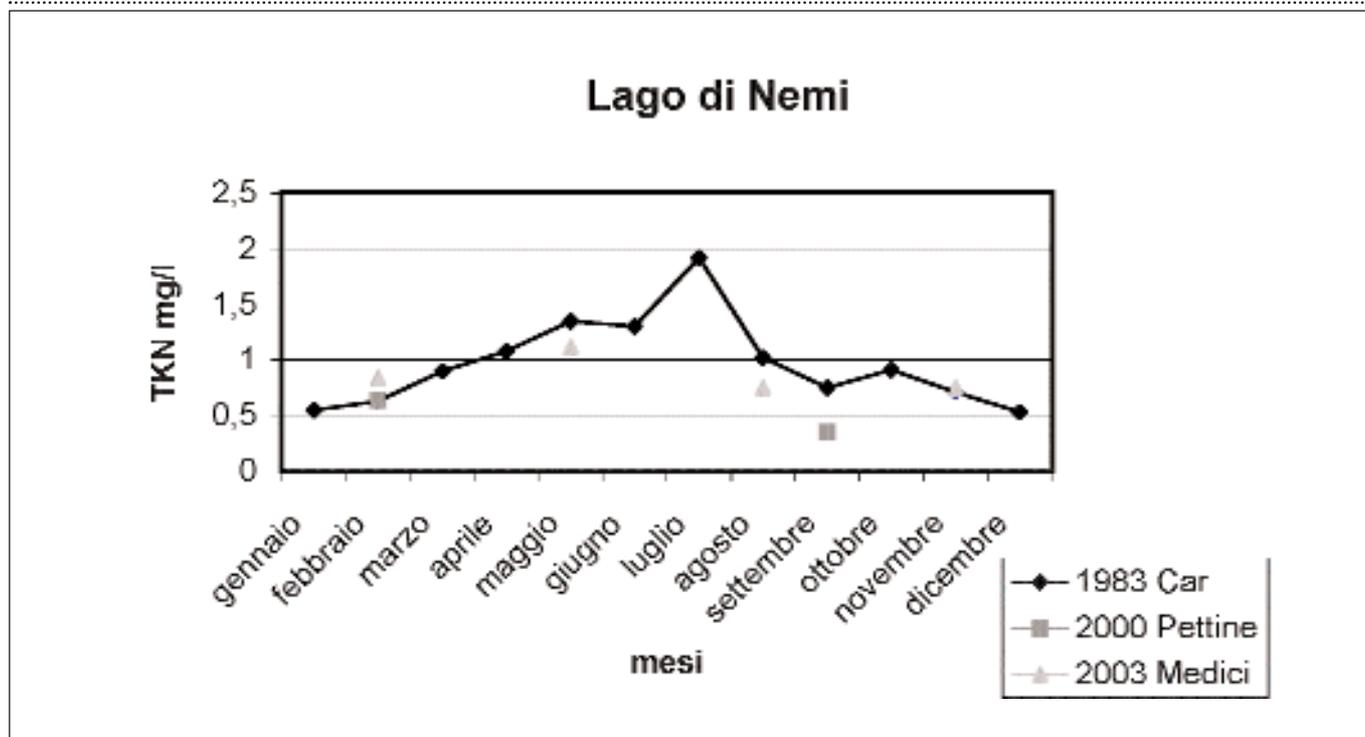


Fig. 4 - Confronto misure di azoto totale: anni 1983 (Carunchio), 2000 (Pettine), 2003 (Medici).

vato nel punto di prelievo situato nei pressi del ristorante "La Fiocina", un picco di concentrazione nel mese di febbraio; ciò è da attribuire ad uno scarico puntuale del Comune di Genzano. Il massimo dell'inquinamento è stato rilevato nel mese di maggio in relazione con il periodo di coltivazione e raccolta delle fragole. Analisi effettuate in profondità (Pettine e Tartari, 2001) hanno messo in evidenza per il lago di Nemi un inquinamento da azoto di tipo organico, tipico dei fertilizzanti utilizzati in agricoltura, mentre per il lago Albano si stima che la componente fondamentale sia l'azoto ammoniacale, tipico degli scarichi urbani.

Le misure effettuate hanno evidenziato nel lago Albano un inquinamento massimo nel mese di agosto che può essere correlato con la pressione antropica, mentre nel lago di Nemi un inquinamento massimo nel mese di maggio, che può essere attribuito ad una intensa attività agricola propria di questo mese.

CONCLUSIONI

I laghi Albano e di Nemi soffrono di uno stato di eutrofia e di una preoccupante riduzione del volume idrico. Le condizioni trofiche del lago Albano sono sensibilmente peggiorate negli anni, l'inquinamento di questo lago è da attribuirsi a scarichi civili connessi ad una elevata pressione antropica, alla mancanza di un anello fognario circumlacuale e agli scarichi diretti sul lago. L'inquinamento del lago di Nemi, anche se le sue condizioni sono migliorate rispetto al 1983, è dovuto a limitrofe attività agricole. L'abbassamento generalizzato dei laghi è conseguenza del sovrasfruttamento della falda idrica Albana.

Facendo riferimento alle indagini ed ai confronti effettuati è possibile trarre le seguenti conclusioni:

le condizioni di due laghi risultano essere assai preoccupanti

lo stato di qualità delle acque è ben lontano dagli standard previsti dalla Legge 152/99

una eccessiva urbanizzazione delle zone contigue ha indotto prelievi esasperati dell'acqua di falda e, quindi, un abbassamento dei livelli idrometrici dei due laghi

ad oggi nel lago Albano si preleva e si scarica come nel medioevo, ignorando le innovazioni scientifiche e tecnologiche e le norme giuridiche.

Si auspica, quindi: la limitazione dei prelievi delle acque dalla falda dell'intero bacino e la cessazione dei prelievi diretti di acqua dal lago Albano, per non ridurre i due laghi, pur protetti dalla normativa della Comunità Europea, a due stagni

un controllo più severo degli scarichi di tipo domestico e civile nel lago Albano e delle attività agricole nel lago di Nemi

il completamento dell'anello fognario circumlacuale attorno al lago Albano.

BIBLIOGRAFIA.

BONI C., BONO P., CAPELLI G. (1986). SCHEMA IDROGEOLOGICO DELL'ITALIA CENTRALE. BOLLETTINO DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI GEOLOGIA. VOL. XXXV.
 BONO P. (2003). CONFERENZA PUBBLICA, CENTRO CONI DI CASTEL GANDOLFO, 20 FEBBRAIO 2003.
 BOTRÈ C., IELMINI M., SANNA M. E. BIELLI G. (1975). CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLO STATO DI INQUINAMENTO DEI LAGHI IN PROVINCIA DI ROMA: ALBANO, BRACCIANO E NEMI. RASSEGNA CHIMICA, N. 2, 76-92.
 BRUNO M., BOZZELLI E., MARCHIORI E. (1997). IL RECUPERO TRO-

FICO IN LAGHI SOGGETTI AD OSCILLATORIA RUBESCENS. BIOLOGIA Oggi. N. 1, 3-8.

CAPELLI G. ET AL. 1998. LA CONOSCENZA IDROGEOLOGICA DEL TERRITORIO QUALE PRESUPPOSTO ALLA GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE: IL CASO COLLI ALBANI. IN: GIORNATE DI STUDIO NEL QUADRO DI IDROLAZIO 98. USO E TUTELA DELLE ACQUE SOTTERRANEE. VOL. I, 109 - 161.

CARUNCHIO V., ROLLE E. (1987). CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DELLE ACQUE. IN: VALUTAZIONE AMBIENTALE DEL LAGO DI NEMI. EDIZIONI DELLA PROVINCIA DI ROMA, ASSESSORATO ALLA SANITÀ ED AMBIENTE. VOL. I, 47 - 66.

CHONDROGIANNI C., ARIZTEGUI D., GUILIZZONI P., LAMI A. (1996). LAKES ALBANO AND NEMI (CENTRAL ITALY): AN OVERVIEW. PALAEOENVIRONMENTAL ANALYSIS OF ITALIAN CENTRAL CRATER AND ADRIATIC SEDIMENTS. MEM. IST. ITAL. IDROB., 55: 17-22.

IELMINI M., SANNA M., PELOSI (1978). L'INQUINAMENTO DEL LAGO DI NEMI. RASSEGNA CHIMICA, N.1, 31- 41.

MANCINI L. ET AL. (2001). STUDIO SULLA CARATTERIZZAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI DEL PARCO DEI CASTELLI ROMANI. LAGHI: ASPETTI IDROBIOLOGICI. PRE-PRINT WORKSHOP "RICERCA SULLA QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI DEL PARCO REGIONALE DEI CASTELLI ROMANI", CASTEL GANDOLFO, 27 MARZO 2001.

MEDICI F., RINALDI G. (2004). PROBLEMI DI QUALITÀ DELLE ACQUE DEI LAGHI ALBANO E DI NEMI. ACQUA E ARIA, N. 7, 32 - 36.

PAGNOTTA R., LA NOCE T., PETTINE M., PUDDU A. (1986). I LAGHI DELL'ITALIA CENTRALE: CLASSIFICAZIONE TROFICA ED ANALISI DEI FATTORI CHE LA INFLUENZANO. IN: ATTI DEL VII CONGRESSO A.I.O.L., 385 - 396.

PERRONE E. (1899). CARTA IDROGRAFICA D'ITALIA: IL TEVERE. VOL. XXVI, EDIZIONI DEL MINISTERO DELL'AGRICOLTURA, INDUSTRIA E COMMERCIO.

PETTINE M., TARTARI G. (2001). STUDIO SULLA CARATTERIZZAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI DEL PARCO DEI CASTELLI ROMANI. LAGHI: ASPETTI IDROCHIMICI. PRE-PRINT WORKSHOP "RICERCA SULLA QUALITÀ DELLE ACQUE SUPERFICIALI DEL PARCO REGIONALE DEI CASTELLI ROMANI", CASTEL GANDOLFO, 27 MARZO 2001.

STUDIO LOTTI E ASSOCIATI (1999). STUDIO IDROGEOLOGICO DEL COMPLESSO VULCANICO DEI CASTELLI ROMANI E SISTEMA GESTIONALE PER LA TUTELA DELLA RISORSA IDRICA. REGIONE LAZIO, PIANO DEI BACINI REGIONALI SOTTOPROGETTO ST10.

TANGA E., LISIO L., LUCANI E. (1998). INDAGINI SULL'ABBASSAMENTO DEL LIVELLO IDRICO DEI LAGHI ALBANO E DI NEMI. IN: L'ACQUA È TUA, DIFENDILA! EDIZIONI DELLA PROVINCIA DI ROMA, ASSESSORATO ALL'AMBIENTE, 8- 12.

VENTRIGLIA U. (1990). REGIONE VULCANICA DEI COLLI ALBANI, IDROGEOLOGIA DELLA PROVINCIA DI ROMA. EDIZIONI DELLA PROVINCIA DI ROMA. VOL. III, 40-95.

ZOPPI G. (1982). CARTA IDROGRAFICA D'ITALIA: LE ACQUE SOTTERRANEE DEI COLLI LAZIALI. EDIZIONI DEL MINISTERO DELL'AGRICOLTURA, INDUSTRIA E COMMERCIO.