



La crisi idrica nel Lazio: un focus sul lago di Bracciano

La siccità e i suoi potenziali impatti sugli ecosistemi e sulla biodiversità. Scarse precipitazioni, alte temperature, prelievi urbani su scala vasta, emungimenti locali e agricoli, errori infrastrutturali: un mix drammatico per la risorsa idrica. Un modello tutto da ripensare

Lidia Cangemi, Luciana Carotenuto, Fulvio Cerfolli, Federica Claroni, Vito Consoli, Marco De Cicco, Luigi Dell'Anna, Lucina Giacobini, Dario Mancinella, Diego Mantero, Franco Medici, Tamara Nale, Maurizio Testardi, Stefano Sarrocco



9 788865 315156

ISSN 1123-5489



9 771123 548007

0 1 7 4 5



Ga

GAZZETTA
ambiente
RIVISTA SULL'AMBIENTE E IL TERRITORIO



Redazione

Direttore responsabile
Raffaele Fiengo

Direttore editoriale
Giuseppe Fiengo

Condirettori
Antonella Anselmo, Roberto Sinibaldi

**Responsabile settore
Rifiuti e risanamento ambientale**
Maurizio Pernice

**Responsabile settore
Aree protette e sostenibilità**
Roberto Sinibaldi

Caporedattore
Susanna Tomei

Hanno scritto sul n 4-5/2017:
Lidia Cangemi, Luciana Carotenuto,
Fulvio Cerfolli, Federica Claroni, Vito Consoli
Marco De Cicco, Luigi Dell'Anna,
Lucina Giacomini, Dario Mancinella,
Diego Mantero, Franco Medici, Tamara Nale,
Maurizio Testardi, Stefano Sarrocco

Comitato scientifico
Giuseppe Campos Venuti, Sandro Amorosino,
Lorenzo Bardelli, Marco D'Alberti,
Simone Franceschini, Stefano Grassi,
Fabrizio Lemme, Franco Gaetano Scoca,
Roberto Sinibaldi, Gianfranco Tamburelli,
Giuliano Tallone, Marcello Vernola

Sede Redazione
Via G. D. Romagnosi, 3 - 00196 - Roma
Tel. Fax: 06.39738315 r.a.
www.gazzettaambiente.it
redazione@gazzettaambiente.it

Foto di copertina di Diego Mantero

Convenzioni di collaborazione scientifica con:

Editore



Edizioni Alpes Italia

Via G. D. Romagnosi, 3 - 00196 Roma
Tel. Fax: 06.39738315 r.a.
info@alpesitalia.it
www.alpesitalia.it

L'Editore è a disposizione degli aventi diritto con i quali non gli è stato possibile comunicare, nonché per eventuali involontarie omissioni o inesattezze nella citazione delle fonti dei brani e delle illustrazioni riprodotti nel seguente volume.

ABBONAMENTO E ACQUISTO

Per abbonamenti e numeri correnti/arretrati

Prezzo del fascicolo euro 22,00
Abbonamento annuale euro 120,00
Abbonamento annuale estero: euro 190,00
Prezzo del fascicolo arretrato euro 32,00

Modalità di pagamento

Bonifico bancario su Banca Popolare di Milano
IBAN IT13U0558403236000000000800
beneficiario: ALPES ITALIA SRL
e-mail: abbonamenti@gazzettaambiente.it
Tel. Fax 06.39738315

Finito di stampare nel mese di aprile 2018 da

Tipolitografia Petrucci Corrado & C. s.n.c.
via Venturelli, 7
Zona industriale Regnano 06012 Città di Castello (PG)
su **Carta ecologica** realizzata con materia prima (cellulosa)
ottenuta da foreste rinnovabili

Reg. Trib. N. 286 del 27 giugno 1994 (ai sensi della Decisione della
Corte d'Appello di Roma, I Sez. Civile del 10 febbraio 1999).

Reg. telematica, Trib. Roma N. 118 del 13 luglio 2017.



Regione Lazio, Direzione Capitale naturale, parchi e aree protette



Università Taras Shevchenko-Kiev



Risorse idriche

La crisi idrica di alcuni laghi nella Regione Lazio e i suoi potenziali impatti sugli ecosistemi

Prospettiva storica sulle variazioni climatiche dei laghi vulcanici laziali <i>di Diego Mantero</i>	9
Caratterizzazione dell'idrostruttura sabatina <i>di Maurizio Testardi</i>	21
Dati termo-pluviometrici dell'area sabatina. Serie storiche <i>di Maurizio Testardi</i>	31
Dati termo-pluviometrici dell'area sabatina. Periodo 2004-2017 <i>di Dario Mancinella</i>	39
La difficile vita dei laghi della Provincia di Roma <i>di Franco Medici</i>	53
Strategie di studio e recupero degli ecosistemi lacuali (Direttiva 2000/60/CE): un modello di sperimentazione sul lago di Bracciano <i>di Lidia Cangemi, Federica Claroni, Franco Medici, Tamara Nale</i>	71
Invertebrati, anfibi e rettili tutelati <i>di Luigi Dell'Anna e Marco De Cicco</i>	81
Habitat d'interesse comunitario e altri habitat e specie vegetali d'interesse conservazionistico <i>di Luciana Carotenuto</i>	89
Ittiofauna <i>di Stefano Sarrocco</i>	109
Il segreto mondo degli Arpacticoidi del lago di Bracciano <i>di Fulvio Cerfolli</i>	117
Avifauna..... <i>di Stefano Sarrocco</i>	129
Gestione idrica nella ruralità antica. Proposte dal passato..... <i>di Diego Mantero, Lucina Giacomini</i>	149
Il bene "liquido": riflessioni sull'acqua, fonte di vita..... <i>di Vito Consoli</i>	159
Conclusioni..... <i>di Diego Mantero</i>	165

DOCUMENTI

Formulario standard IT6030010 SIC Lago di Bracciano	170
Formulario standard IT6030085 ZPS Comprensorio Bracciano-Martignano.....	176
Deliberazione Giunta Regionale - numero 159 del 14/04/2016 <i>Adozione delle Misure di Conservazione finalizzate alla designazione delle Zone Speciali di Conservazione (ZSC), ai sensi della Direttiva 92/43/CEE (Habitat) e del D.P.R. 357/97 e s.m.i. – codice IT60300 (Roma)</i>	183

La crisi idrica di alcuni laghi nella Regione Lazio e i suoi potenziali impatti sugli ecosistemi

Il 2017 verrà ricordato come annus horribilis per la drammatica siccità che ha interessato tutta l'Italia, in particolare le regioni centrali e settentrionali, con un fortissimo deficit di precipitazioni verificatosi in tutto l'arco dell'anno; dinamica, questa, che si inserisce appieno in quel processo acclarato dalla comunità scientifica come global warming. Un dato su tutti: l'apporto meteorico sulla costa medio tirrenica è stato di circa 200 mm per l'intero corso del 2017, valori che si pongono nella media di un paese del Maghreb come la Tunisia e che, per esempio, stanno concorrendo a mutamenti ecosistemici nelle zone umide litoranee e interne. L'aumento delle presenze di fenicottero rosa negli stagni di Orbetello, Burano, Saline di Tarquinia, pur rivestendo interesse e suggestione è anche sintomo di processi di salinizzazione dei corpi idrici, determinato dall'abbassamento dei livelli delle acque, con ciò che ne consegue.

I fiumi, i laghi ma anche gli acquiferi del Lazio hanno tutti risentito pesantemente della siccità del 2017: il caso del lago di Bracciano è stato uno dei più drammatici dal punto di vista idrometrico e anche dei più eclatanti sul piano mediatico, quando d'estate "piovevano" in televisione e sui social foto e video delle spiagge del lago molto più estese del solito e senza turisti.

In seno alle strutture amministrative della Regione Lazio, la Direzione Capitale naturale, Parchi e Aree Protette si era interessata alla crisi idrica del lago già a febbraio del 2017, allarmata dall'evidenze del deficit idrico che iniziava a manifestarsi, non solo nell'area sabatina, ove ricade il lago di Bracciano, ma anche nell'ambito di altri acquiferi di notevole portata, come quelli della dorsale carbonatica appenninica, con drammatiche riduzioni degli apporti meteorici, della portata dei corsi d'acqua superficiali e della conseguente ricarica degli acquiferi. Nei mesi primaverili la situazione critica dei livelli dei bacini lacustri diveniva ben evidente e metteva chiaramente in luce il problema del mancato apporto di precipitazioni avvenuto nei mesi precedenti, esacerbato da scelte sull'uso della risorsa idrica e del territorio sempre meno sostenibili, in particolare del lago di Bracciano.

Il protrarsi della scarsità di precipitazioni in estate e in buona parte dell'autunno ha determinato l'attuale (gennaio 2018) livello di - 200 cm rispetto alla quota di 163 m s.l.m. nota dalle batimetriche, un livello certamente inedito nell'ambito della storia recente del bacino, un processo che nella storia più lontana si è più volte manifestato ma, con tutta probabilità, quasi sempre in modo più graduale e meno repentino.

Un abbassamento di circa due metri in un corpo idrico profondo 165 metri potrebbe apparire una cosa di poco conto; tuttavia la regressione della linea di riva provoca profonde alterazioni agli ecosistemi che occupano la fascia ripariale e i primi metri di profondità del corpo idrico: in un lago "in salute", questa è la zona più ricca di biodiversità tra fondale, colonna d'acqua e superficie, molto più del corpo definito da batimetrie profonde, dove la scarsità di luce e vari fattori fisici e chimici diventano limitanti per molte specie.

*Il lavoro che qui presentiamo, curato da **Diego Mantero** e **Roberto Sini-baldi**, non è - né pretende di esserlo - un saggio di carattere scientifico che presenti dati inediti sugli aspetti idrologici e sugli ecosistemi del lago di Bracciano, Nemi e Albano; si inquadra, invece, nell'ambito dell'azione tecnico-amministrativa che la pubblica amministrazione deve sostenere partendo (in particolare per Bracciano) dall'ascolto delle istanze territoriali (Comuni, Ente Parco Bracciano-Martignano, stakeholder, portatori di interessi diffusi, cittadinanza), dagli allarmi della comunità scientifica, dalla necessità e dall'obbligo normativo di preservare gli ecosistemi, in primis, quelli tutelati dalla rete europea Natura 2000, che trovano piena espressione nel lago di Bracciano, proprio in quelle porzioni "tra acqua e terra" definite da zone semisommerse e basse profondità.*

Questi input hanno spinto la Direzione Capitale Naturale, Parchi e Aree Protette a interrogarsi sui potenziali impatti a medio e a lungo termine del deficit idrico del 2017 sugli ecosistemi lacustri, in particolare sulle specie e gli habitat tutelati da Natura 2000 e su altre specie d'interesse conservazionistico a scala regionale e nazionale. La raccolta di relazioni tecniche qui presentata è la risposta a tale domanda e rientra nel procedimento amministrativo attivato dalle istanze sopra citate e dagli obblighi di legge: la tutela della biodiversità e della geodiversità, l'attuazione delle direttive Habitat e Uccelli e la governance delle aree protette rientrano nelle competenze istituzionali della direzione regionale.

Come accennato in precedenza, una particolare attenzione è stata riservata ai siti della rete Natura 2000 che coincidono, in tutto o in parte, con il lago di Bracciano: la Zona di Protezione Speciale IT6030085 "Comprensorio Bracciano - Martignano" e la Zona Speciale di Conservazione (ZSC) IT6030010 "Lago di Bracciano", istituiti rispettivamente ai sensi delle Direttive 2009/147/CE "Uccelli" e 92/43/CEE "Habitat". La tutela delle specie e

degli habitat d'interesse comunitario e il mantenimento della coerenza della rete Natura 2000 sono in capo alle regioni e alle province autonome ai sensi dell'art. 4 del D.P.R. 357/1997 relativo all'attuazione di tale Direttiva; la Regione Lazio, con D.G.R. 159/2016, ha adottato le "misure per evitare il degrado degli habitat naturali e degli habitat di specie, nonché la perturbazione delle specie per cui le ZSC sono state designate [...]". La tutela degli elementi della ZSC e della ZPS e, in generale, della Rete Natura 2000 è dunque un obbligo di legge. Proprio in ottemperanza al mandato istituzionale, la Direzione Capitale naturale, parchi e aree protette ha prodotto nel 2017 anche varie informative sulla crisi idrica e sulle ricadute potenziali sull'ambiente in risposta a istanze di vario tipo, tra cui un question time al Ministro dell'Ambiente, interrogazioni parlamentari, del Consiglio Regionale e della Prefettura.

L'azione conoscitiva e informativa della Direzione si è tradotta concretamente, a livello precauzionale, nella sospensione del prelievo della risorsa idrica da parte del gestore ACEA ATO 2, su ordinanza del Presidente della Regione; si è anche concretizzata nel sostegno finanziario all'Ente Parco Bracciano - Martignano per monitorare a breve e medio termine lo stato degli ecosistemi e per realizzare azioni di salvaguardia di specie di interesse conservazionistico.

Un ulteriore contributo di carattere scientifico - tecnico è quello presentato da Franco Medici, del Dipartimento di Ingegneria Chimica Materiali Ambiente, "Sapienza" Università di Roma. Si affronta nello specifico il bilancio idraulico dei tre laghi della provincia di Roma (Albano, Bracciano e Nemi), applicando i metodi tradizionali del bilancio di massa in condizioni di stato stazionario. Si sono, inoltre, utilizzate le equazioni disponibili in letteratura e i dati meteorologici messi a disposizione dalla Regione Lazio nel periodo compreso tra il 1997 ed il 2017 (valori medi mensili di temperatura e precipitazione).

I risultati delle elaborazioni numeriche hanno messo in evidenza che l'abbassamento del livello idrometrico di riferimento dei tre laghi è dovuto a più cause e fenomeni diversi: per il lago Albano e di Nemi ad un abbassamento dei livelli della falda di ricarica, per il lago di Bracciano soprattutto agli esasperati prelievi su scala decennale dallo specchio lacustre ai fini dell'approvvigionamento dell'ambito ATO 2. Si presenta, infine, anche il bilancio delle acque nella Provincia di Roma e si evidenzia la dispersione d'acqua della rete idrica di adduzione gestita da Acea Ato 2. Di particolare interesse l'appello di Medici circa la necessità di organizzare un sistema organico di lettura interrelata tra problemi inerenti l'abbassamento dei livelli idrici e la qualità stessa delle acque, un sistema di cui necessariamente l'amministrazione regionale dovrà farsi carico e che dovrà coinvolgere, per le loro competenze, più attori a vario titolo. Appare chiaro che per affrontare quello che ormai non sembra essere relegabile all'eccezionalità, ma purtroppo inquadabile nell'ambito di un trend consolidato - come risulta evidente anche dalle medie delle tempe-

rature dell'inverno in corso e dal perdurare del limitato apporto meteorico – dovrà essere messo in atto un ripensamento “culturale” sull'uso della risorsa idrica. Dalle azioni del singolo verso un bene primario, con un'attenzione rinnovata tesa al risparmio, supportati da programmi strutturati in vere e proprie campagne informative e didattiche, fino al ridisegno di tutte quelle azioni impattanti sul territorio. Quindi in ultima analisi al ripensamento della pianificazione urbanistica a diverse scale, all'agire localmente, a livello di sistema di bacino e oltre, per arrivare a comprendere il beneficiario finale, nel caso di Bracciano, l'intero ATO 2. Sembra del tutto assodato che non è più sostenibile un modello di confronto con il territorio – inteso nella sua accezione primaria – dove si continuano a proporre vecchi schemi di cementificazione e impermeabilizzazione dei suoli, di uso agricolo e industriale senza l'adozione di tecniche di contenimento e risparmio, di ingegneria idrauliche alla cui base non ci sia l'equazione: minor apporto/sostenibilità/recupero. Non marginale, anche come sottolinea Medici, l'intervento prioritario e non più rinviabile di un grande piano nazionale di riqualificazione funzionale delle reti, le cui perdite come è noto assommano ad oltre il 40% dell'intera risorsa addotta.

Una vera rivoluzione culturale, con tutti i suoi risvolti operativi, che si impone e che non può non prescindere da un ripensamento totale circa un uso consapevole della risorsa acqua. Dibattito da anteporre necessariamente al concetto di resilienza alla dinamica in atto. La resilienza infatti non può e non deve costituire l'alibi per la passività della risposta da metter in atto; un'azione invece fattiva nella piena considerazione del ruolo insostituibile della risorsa idrica, che, senza cadere nella retorica, costituisce l'elemento alla base del rapporto con le generazioni future e il garante della sopravvivenza degli ecosistemi, pur nel loro mutare.

La difficile vita dei laghi della Provincia di Roma

di Franco Medici

Dipartimento di Ingegneria Chimica Materiali Ambiente, "Sapienza" Università di Roma

Introduzione

Il sistema dei laghi dell'Italia Centrale, costituito da 12 laghi con un volume totale di 14,8 km³, è il secondo per importanza in Italia dopo il distretto dei laghi alpini della Regione Lombardia e raccoglie, con il suo volume d'acqua, il 10% circa delle risorse idriche lacuali globali italiane (volume totale d'acqua invasato 150 km³). I laghi più grandi (Albano, Bolsena, Bracciano, Vico) oltre a costituire una risorsa fondamentale di acqua potabile e di irrigazione, rivestono una notevole importanza naturalistica e turistica. In particolare i bacini dei laghi Albano e di Bracciano sono in parte classificati come zone di protezione speciale (ZPS), come siti di interesse comunitario (SIC), inseriti nella rete Natura 2000, e in due diversi Parchi Regionali: dei Castelli Romani e di Bracciano-Martignano, rispettivamente (Calvario *et al.*, 2008). Gli interessi presenti in queste due zone, di importanza strategica per la Regione Lazio, rendono la gestione di questi sistemi molto complessa; i problemi di gestione sono aggravati, inoltre, dal fatto che attualmente la zona mediterranea sta attraversando una fase climatica di siccità, che influisce in maniera negativa sul bilancio idrico dei sistemi lacustri. All'interno del sistema dei laghi dell'Italia Centrale, i laghi del nord del Lazio (Bolsena e Vico) e dell'Umbria (Trasimeno) appaiono più studiati (Dragoni W. *et al.*, 2006). Minore attenzione, invece, è dedicata ai laghi della Provincia di Roma (Albano, Bracciano e Nemi). I primi due laghi sono caratterizzati da ingenti prelievi diretti di acqua dagli specchi lacustri (Medici F., 2007 e 2008). Ciò ha contribuito tra l'altro ad annullare la portata degli emissari: il torrente Arrone per il lago di Bracciano e l'emissario romano per il lago Albano (scavato artificialmente nel quarto secolo a.C.). Il lago di Bracciano ha come immissari varie sorgenti sotterranee tra cui quelle termo-minerali di Vicarello, e due emissari: l'Arrone, emissario naturale, che riversava nel Tirreno lo scolmo del lago, e l'acquedotto Paolo, emissario artificiale, che porta a Roma l'acqua omonima alimentando anche fontane e giardini della Città del Vaticano. Il lago Albano, invece, è alimentato da polle subacquee, ha un emissario artificiale di epoca romana, scavato presso Castel Gandolfo nel 398-397 a.C. per propiziare (secondo la leggenda) la caduta di Veio. Nell'emissario, dal 1992, non fluisce più l'acqua di esubero del lago.

Il Lago Albano ha un emissario artificiale di epoca romana, scavato presso Castel Gandolfo nel 398-397 a.C. per propiziare (secondo la leggenda) la caduta di Veio. Nell'emissario, dal 1992, non defluisce più l'acqua di esubero del lago a causa del suo abbassamento.

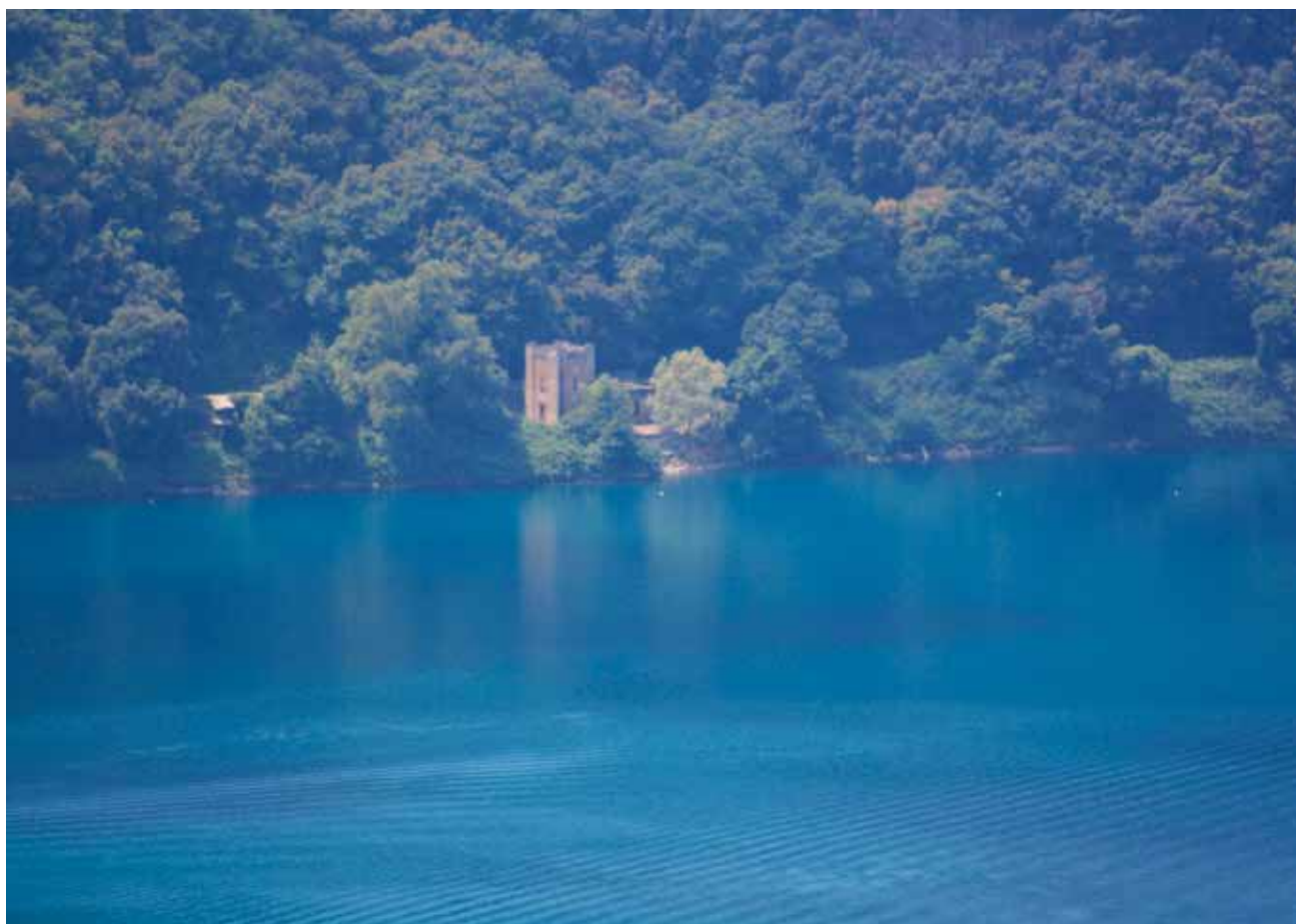
(Foto di Roberto Sinibaldi).







Veduta complessiva del cratere del lago di Nemi, verso occidente. In alto a sinistra Nemi e di fronte Genzano di Roma. (Foto di Marcella Schina).



La centrale di pompaggio di proprietà della Città del Vaticano che utilizza l'acqua del lago per l'azienda agricola vaticana, in applicazione di un accordo di poco successivo ai Patti Lateranensi. Questo accordo autorizzava il prelievo dell'acqua superiore al livello di sfioramento dell'emissario, non più raggiunto da decenni dalle acque del lago.

(Foto di Roberto Sinibaldi)

Il lago di Nemi ha un emissario artificiale (lungo circa 1.600 metri e con larghezza variabile, mediamente poco meno di un metro) che fu costruito dagli abitanti della zona in epoca pre-romana (quinto secolo a.C.) per bonificare le sponde del lago allora paludose regolando il livello delle acque e garantendo così anche l'irrigazione della sottostante valle di Ariccia (Canterani V. e Testana C., 2014). È plausibile che l'emissario avesse un duplice ruolo: quello di troppo pieno nel caso di abbondanti precipitazioni che permetteva di preservare così ampi tratti di terreno fertile adiacenti al lago, ma soprattutto di vero e proprio punto di presa per l'irrigazione dei terreni posti a sud ovest del lago stesso. Quest'ultima spiegazione è avvalorata dal fatto che il punto di presa dell'emissario fu posto alcuni metri al di sotto del livello del lago, artificio che permetteva di poter contare su un flusso costante di acqua. Fino agli anni Ottanta nell'emissario si riversavano 150 litri al secondo di acqua in esubero.

Laghi: sistema di riferimento

I laghi in esame, il cui inquadramento territoriale è riportato in **Figura 1**, non dispongono oggi di immissario ed emissario. Infatti per il lago di Bracciano, la portata del torrente Arrone in uscita dal lago è nulla, per il lago Albano e di Nemi negli emissari artificiali di epoca romana non scorre più l'acqua in eccesso dei laghi.

La ricarica dei due laghi è, quindi, costituita dalle acque di pioggia (P), di ruscellamento (R) e dal sistema di flussi/deflussi sotterranei (ΔS). Le acque in uscita sono costituite dalla evaporazione dalla superficie lacustre (Ev) e dai prelievi diretti dallo specchio lacustre (Prel).



Più semplicemente la **Figura 2** schematizza la diverse componenti concettuali del bilancio idrico di un lago in assenza di emissario. In termini matematici il bilancio di massa in condizioni stazionarie, vale a dire in condizioni di mantenimento del livello idrometrico di riferimento del lago ($\Delta H = 0$), può essere scritto:

$$P + R + \Delta S = E_v + P_{rel}$$

I valori di (P, R e E_v) sono facilmente calcolabili, infatti, noti i valori della piovosità media (<http://www.idrografico.roma.it/annali/>) è possibile calcolare i termini (P) ed (R = 0.16 P), note le temperature medie mensili è possibile calcolare E_v , secondo l'equazione proposta da Dragoni W. (Dragoni W. e Valigi F., 2004).

L'equazione di bilancio presenta viceversa due parametri di difficile valutazione ΔS e P_{rel} .

Figura 1.

Inquadramento territoriale e area di riferimento. A nord Bracciano e Martignano; a sud-est Albano e, più piccolo, Nemi. (Immagine Esa. http://www.esa.int/spaceinvideo/Videos/2017/03/Earth_from_Space_Rome).





Le bocche eccentriche del
Vulcano Laziale: i crateri del
lago di Nemi e a destra quello
di Albano.
(Foto di Marcello Serafini).

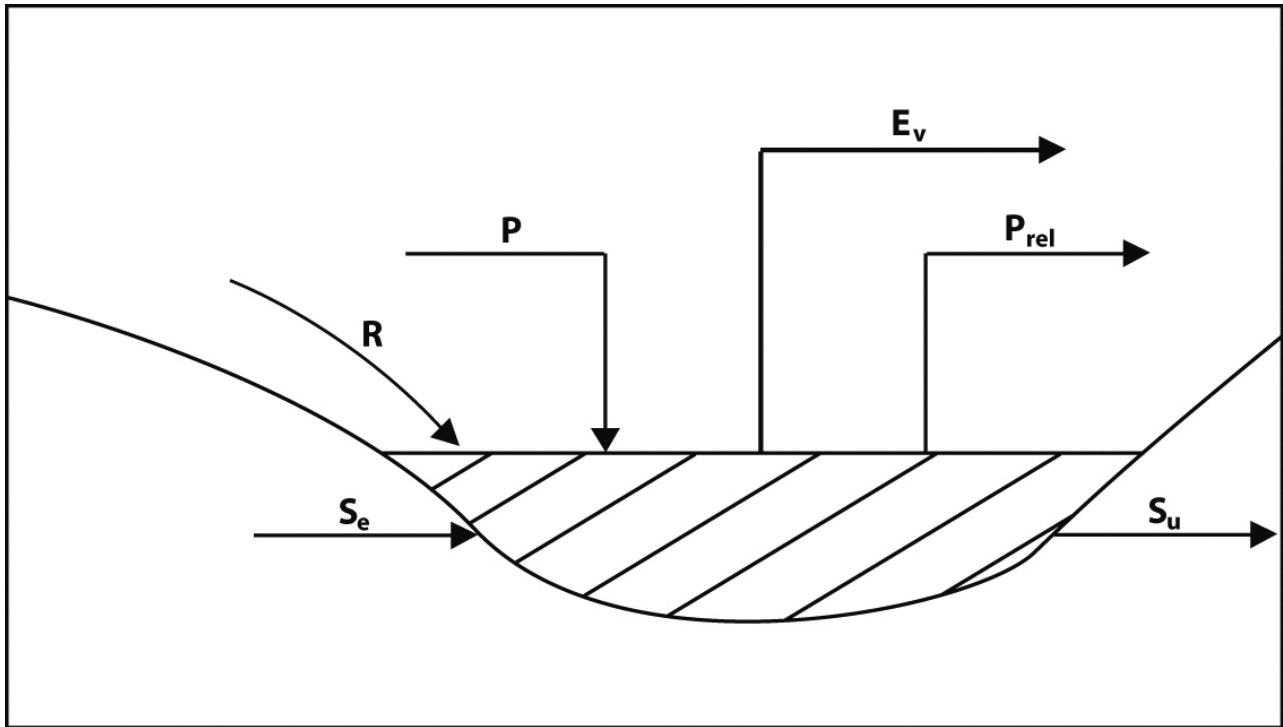


Figura 2.
Bilancio idrico di un lago: sistema di riferimento.

Per il lago Albano e di Nemi risulta $\Delta S = 0$, a tale conclusione si è giunti per il lago Albano e di Nemi considerando i rilievi orto-batimetrici (Azidei M. *et al.* 2006), riportati in **Figura 3**.



Figura 3.
Rilievo orto-batimetrico lago Albano. (Immagine da Anzidei M. *et al.*, 2006).

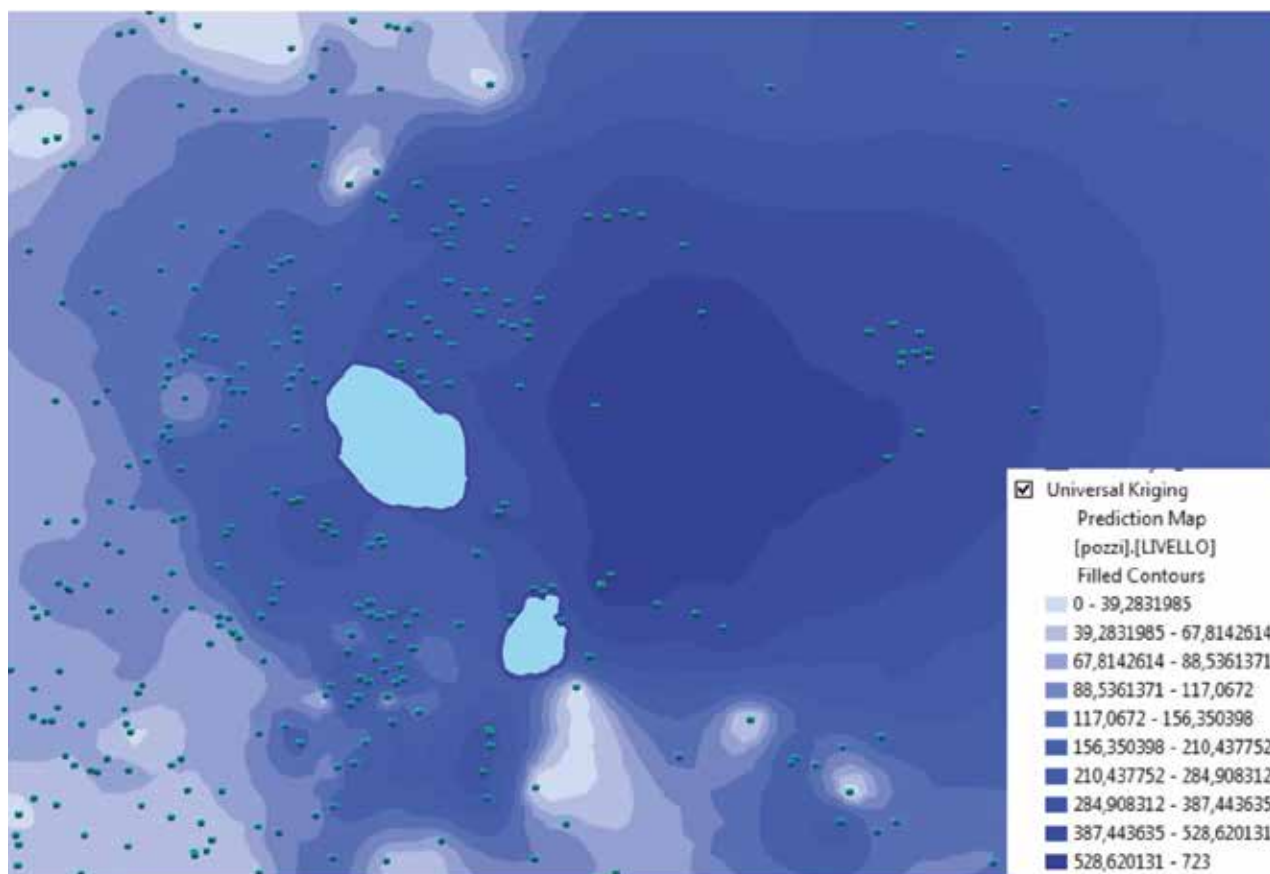


Figura 4. Ricostruzione dei livelli di falda. (Immagine da Loret E. *et al.*, 2015).

È noto che il lago Albano si trova a 288 metri s.l.m. con circa 167 metri di profondità, la maggiore tra i laghi vulcanici d'Italia, e che quello di Nemi si trova ad una quota 319 metri s.l.m. con una profondità di 32 metri. Il sistema di ricostruzione dei livelli di falda (Loret E. *et al.*, 2015) riportato in **Figura 4**, ottenuto attraverso l'interpolazione del livello di profondità dei pozzi, evidenzia che il livello della falda, cioè il livello dinamico dell'acqua, si trova tra -384 e -284 metri, quindi al di sotto del livello minimo del lago Albano (-167 metri) e del lago di Nemi (-32 metri).

Riguardo il lago di Bracciano, più studiato specialmente negli ultimi anni (Catalani A., 2006; Mastrantuono L. e al., 2008; Bacetti N. *et al.*, 2017), è possibile stimare il $\Delta S = 55$ mm/anno (Taviani S. e Henriksen H.J., 2005).

I risultati del bilancio (1997-2007) avendo ipotizzato $P_{rel} = 0$ sono riportati in **Tabella 1**.

	Albano	Bracciano	Nemi
P	830	880	830
R	132	140	132
Ev	1032	985	1044
ΔS	0	55	0
$P+R+\Delta S$	962	1075	962
Ev	1032	985	1044

Tabella 1. Parametri del bilancio idrico: dati in (mm/anno).

Dai valori riportati risulta che per il lago Albano e di Nemi che $P + R + \Delta S < Ev$, mentre per il lago di Bracciano $P + R + \Delta S > Ev$, ciò vuol dire che la somma del contributo della pioggia, del ruscellamento e della ricarica è inferiore alla evaporazione dallo specchio lacustre per i laghi Albano e di Nemi, il contrario per il lago di Bracciano



La parte meridionale del Lago Albano, qui la profondità è di quasi 200 metri e il cratere è molto ripido e coperto di boschi. In alto il Mons Albanus, sacro ai Latini prima e poi ai Romani.
(Foto di Marcello Serafini).





che presenta, nel bilancio globale, ancora delle riserve naturali e una ricarica dalla falda sotterranea.

Fino a questo punto non sono stati considerati i prelievi ad uso antropico, cosa che affronteremo adesso: riguardo i prelievi dagli specchi lacustri, si ritiene che per il lago di Nemi siano trascurabili, per il lago Albano, per il periodo considerato, siano mediamente pari a $(0,6 \text{ Mm}^3/\text{anno})$, mentre per il lago di Bracciano siano pari a $(1 \text{ m}^3/\text{s} = 31,5 \text{ Mm}^3/\text{anno})$. Le concessioni di prelievo per il lago Albano sono state accordate dalla Regione Lazio, almeno fino all'anno 2009, alla Snam, alla Città del



Le spiagge sul Lago Albano progressivamente ampliatisi negli ultimi decenni, fino ad arrivare a circa 60 metri come mostra l'infografica. (Foto e infografica di Roberto Sinibaldi).

Vaticano e ad un privato per un valore massimo di 0,7 Mm³/anno, per il lago di Bracciano alla Acea per un valore massimo di 5 m³/s, la concessione è stata sospesa a settembre 2017.

Si conclude, quindi, che l'abbassamento del livello idrometrico di riferimento dei tre laghi sia dovuto a tre situazioni differenti: per il lago di Nemi all'abbassamento dei livelli piezometrici di falda, per il lago Albano ad un effetto combinato dell'azione dei prelievi e dell'abbassamento dei livelli della falda, mentre per il lago di Bracciano agli ingenti prelievi di Acea effettuati tra il 1997 fino a settembre 2017.

Lago Albano.

Le piattaforme sui piloni in cemento armato, installate in occasione dei giochi olimpici del 1960 (per tendere i cavi di acciaio dei galleggianti per le corsie delle canoe) erano a livello dell'acqua.

(Foto di Roberto Sinibaldi).



Lago Albano.

Il ripascimento a mano delle spiagge per rendere le sponde balneabili.

(Foto di Roberto Sinibaldi)



Per il lago Albano, Riguzzi F. *et al.* (2008), nel periodo compreso tra il 1993-2007 hanno stimato una perdita di volume di acqua pari a 1,6 Mm³/anno (27 cm/anno), che appare rallentata nel periodo 2007-2017, anche se in letteratura non si trovano valutazioni certe al riguardo.

Per il lago di Bracciano la perdita di volume di acqua nel periodo 2011-2017 è stata pari a 19 Mm³/anno (33 cm/anno) con una accelerazione molto pronunciata nel 2017.

Più complessa la situazione per il lago di Nemi, che è stato meno studiato degli altri due laghi, ed ha subito uno svuotamento nel periodo compreso tra il 1928-1932 per il recupero delle navi romane di Caligola. Successivamente il lago si è riportato naturalmente, negli anni Ottanta, fino allo sfioro dell'emissario romano, attualmente il livello è circa 2 metri al di sotto di tale quota. Unico riferimento certo e che nel citato lavoro (Riguzzi F. *et al.*, 2008) si riporta che il livello delle acque del lago si trovava nel 2008 a quota 319,02 slm.

Provincia Roma: approvvigionamento idrico

Il sistema di approvvigionamento idrico di Acea Ato 2, utilizza risorse provenienti dalle sorgenti carsiche dell'Appennino centrale e dai complessi vulcanici Albano e Sabatino. L'acqua potabile viene fornita da 11 fonti di approvvigionamento: sei grandi sorgenti (Peschiera, Capore, Acqua Marcia, Acqua Vergine, Appio Alessandrino e Pertuso), cinque campi pozzo (Doganella, Pantano Borghese, Finocchio, Torre Angela e Torre Spaccata), cui si aggiunge il lago di Bracciano che è considerato riserva strategica, in realtà ha fornito fino a settembre 2017 mediamente 1,1 m³/s alla città di Roma.

Il sistema di acquedotti gestiti da Acea Ato 2 per la Provincia di Roma è riportato in **Figura 5**, il sistema nel suo complesso serve circa 4 milioni di abitanti e 112 Comuni, di cui il più importante è Roma.



I dati riportati in **Figura 5** permettono di valutare la portata d'acqua fornita che è pari a (21,1 m³/s = 665 Mm³/anno). Se consideriamo il fatto che ogni abitante utilizza ogni giorno 0,25 m³/d, si calcola facilmente che l'acqua in realtà consumata dagli abitanti serviti dal sistema è pari a 365 Mm³/anno, contro i 665 Mm³/anno immessi in rete: la dispersione è quindi pari al 45%.

Secondo l'Istituto Nazionale di Statistica (Istat, 2017), in Italia nei 116 capoluoghi di provincia la perdita media di acqua nella rete idrica è pari al 35% e che la perdita totale lineare per il Comune di Roma è pari a 130,8 m³ al giorno per chilometro di rete.

Figura 5. Sistema acquedotti Provincia di Roma (Immagine Acea- Ato 2).

I dati pubblicati dall'Istat e le semplici valutazioni presentate evidenziano una grossa carenza nella capacità di gestione delle rete idrica da parte di Acea Ato 2.

È evidente che se si riportassero le perdite attuali in rete (45%) ai valori medi delle città italiane (35%) si avrebbe un risparmio nella fornitura di acqua potabile di 2,1 m³/s, ciò consentirebbe di annullare i prelievi dal lago di Bracciano, salvaguardare gli habitat naturali del sistema lacustre ed utilizzare tale fonte unicamente come riserva strategica in periodi di emergenza.

Il recupero delle perdite in rete tra l'altro è prescritto dal Piano di tutela delle Acque Regionale (Delibera Giunta Regionale Lazio n. 819 del 28 dicembre 2016) che, nel Rapporto Ambientale, tra le misure per il risparmio idrico, prescrive testualmente: *“Le autorità d' Ambito devono provvedere, a far data dall'entrata in vigore delle presenti norme, ad una rivisitazione del piano d'ambito e riservare all'interno dei piani degli investimenti, ai fini della manutenzione straordinaria finalizzata al recupero della perdite in rete, almeno il 10% annuo delle risorse poste a finanziamento delle opere e degli interventi”*.

Conclusioni

I laghi della Provincia di Roma sono in profonda sofferenza, l'abbassamento del lago Albano evidente dal 1992 è dovuto ad un effetto combinato dell'azione dei prelievi e dell'abbassamento dei livelli piezometrici di falda, fenomeno, quest'ultimo, che ha indotto una perdita di livello anche per il lago di Nemi.

L'abbassamento del lago di Bracciano, che il 31 dicembre 2017 si trovava ad una quota pari a -185 cm rispetto allo zero idrometrico (sfioro dell'Arrone quota 163,04 slm), è dovuto soprattutto agli ingenti prelievi effettuati da Acea negli ultimi venti anni. L'acqua prelevata dal lago di Bracciano, che rappresenta solo il 5% del fabbisogno della città di Roma, non può essere utilizzata come fonte di approvvigionamento primario per la città, tenuto conto il lago di Bracciano costituisce un habitat naturale rilevante riconosciuto dalla normativa italiana ed europea.

Se si valutano le perdite in rete del sistema acquedottistico gestito da Acea Ato 2, si rileva un valore molto al di sopra della media nazionale, per cui semplici operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria delle reti potranno portare ad un recupero delle perdite e ad azzerare i prelievi dallo specchio lacustre.

Si fa rilevare, infine, che si nota un sistema non organizzato riguardo le rilevazioni del livello idrometrico dei laghi e lo stato della qualità delle acque, diversi lavori, infatti, sono disponibili in letteratura a firma di diversi gruppi di ricerca, ma privi di un metodo sistematico ed organizzato di rilevazione che dovrebbe essere coordinato dalla Regione Lazio.

Bibliografia

- Acea Acqua (2017). Criticità dell'approvvigionamento idropotabile nei comuni dell' Ato 2. Centro Congressi “La Fornace”, Roma 23 maggio 2017. https://www.acea.it/content/dam/acea/foundation/pdf/acqua/ato_2/acea-ato-2-incontro-fornace-23maggio-2017.pdf
- Anzidei M., Esposito A., De Giosa F. (2006). The dark side of the Albano crater lake. *Annals of Geophysics*, 49(6), 1275-1287.
- Baccetti N., Bellucci V., Bernabei S., Bianco P., Braca G., Bussetini M., Cascone C., Ciccarese L., D'Antoni S., Lastoria B., Mondrone S., Marasciuolo T., Mariani S., Munafò M., Silli V., Venturelli S. 2017. *Analisi e valutazione dello stato ambientale del Lago di Bracciano riferito all'estate 2017. Rapporto ISPRA*, 18.10.2017, 56 pp.
- Calvario E., Sebasti S., Copiz R., Salomine F., Brunelli M., Tallone G., Blasi C. (2008). *Habitat di interesse comunitario nel Lazio*. pp. 400. Stilgrafica. Roma.
- Canterani V., Testana C. (2014). *Nemi. Piccola guida alle bellezze della città*. Aracne Editrice, Roma.



Il Lago Albano ha anche un in-
negabile valore turistico, non
solo per la residenza papale,
ma per la millenaria stratifica-
zione storica che caratterizza
tutto il suo bacino.
(Foto di Roberto Sinibaldi).

- Catalani, A., Medici, F., Rinaldi, G. (2006). Bracciano's lake waters: An experimental survey on the surface layer pollution. *Annali di Chimica*, 96 (11-12), 743-749.
- Dragoni W., Piscopo V., Di Matteo L., Gnucci L., Leone A., Lotti F., Melillo M., Petitta M. (2006). Risultati del progetto di ricerca PRIN "laghi 2003-2005". *Giornale di Geologia Applicata*, 3, 39-46.
- Dragoni W., Valigi F. (1994). Contributo alla stima dell'evaporazione dalle superfici liquide nell'Italia Centrale. *Geologica Romana*, 30, 151-158.
- Istat, 2017 *Giornata Mondiale dell'acqua*. Pubblicazioni Istat 2017, 1-20.
- Loret E., Medici F., Medici G., Testana C. (2015). *Infiltration galleries, ancient constructions and geology integrated in the landscape of Nemi Maar* (Alban Hills, Roma, Italy). Hypogea 2015. Proceedings of International Congress of Speleology in Artificial Cavities. Roma, 11-17 Marzo 2015, pp. 60-65.
- Mastrantuono L., Solimini A.G., Nöges P., Bazzanti M. (2008). Plant-associated invertebrates and hydrological balance in the large volcanic Lake Bracciano (Central Italy) during two years with different water levels. *Hydrobiologia*, 599, 143-152.
- Medici F. (2007). Laghi Albano e di Bracciano: bilancio idrico e valutazione dei prelievi. *Geologia dell'Ambiente, Sigea*, 15, 2, 3-5.
- Medici F., Rinaldi G. (2008). An updated report on the water chemistry of the lakes of Central Italy. In Lakes Pollution Research Progress, *Nuova Science Publishers*, 1-11.
- Riguzzi, F., Pietrantonio, G., Baiocchi, V., Mazzoni, A. (2008). Water level and volume estimations of the Albano and Nemi lakes (central Italy). *Annals of Geophysics*, 51 (4), 563-573.
- Taviani S., Henriksen H. J. (2015). The application of a groundwater/surface-water model to test the vulnerability of Bracciano lake (near Roma, Italy) to climatic and water use stresses. *Hydrogeology Journal*, 23, 1481-1498.