

# Lago di Bolsena 2017



Associazione  
Lago di Bolsena  
volontariato



## Il crollo del sistema fognario

Nel corso del 2017 abbiamo assistito al crollo del sistema fognario del bacino lago di Bolsena. Il COBALB, consorzio fra le amministrazioni del bacino lacustre, era nato con la finalità di affrontare in modo unitario la gestione ambientale del lago e del suo bacino. Poteva essere un esempio di cooperazione solidale fra le varie amministrazioni, ma di fatto si è occupato solo della costruzione e della gestione del sistema fognario. Ha reperito i finanziamenti per realizzare il collettore, impropriamente detto “circumlacuale” (ne manca un tratto) e del depuratore ubicato lungo l’emissario Marta.

Completata l’opera, l’assemblea dei soci del Consorzio ha deliberato di assumerne la gestione. Con il passare degli anni alcuni membri dell’assemblea si sono disinteressati della sua attività anche a causa della scoraggiante mancanza di finanziamenti regionali, per cui, inevitabilmente, alla mancanza di efficaci direttive assembleari, ha fatto seguito il crollo funzionale del sistema fognario.

Il collettore è attualmente disastroso ed ha sversamenti di liquami sia nel lago che nell’emissario. Anche il depuratore è fermo. La riparazione del sistema è prevista a breve, ma questo non riparerà il grave danno ambientale dovuto agli sversamenti avvenuti in precedenza, dato che il lago accumula gli inquinanti che in futuro sarà difficile eliminare. È un danno ecologico tendenzialmente permanente: più si rinvia, più si fa danno. Pare che due Procure se ne stiano interessando attivamente.

Malgrado ciò il lago di Bolsena è ancora bellissimo, ma il suo stato ecologico attuale non è più ottimale come lo era una volta. I mali dei laghi iniziano dal fondo e, siccome non si vedono, tutti se ne disinteressano. Ma quando i mali appaiono in superficie è troppo tardi per porvi rimedio. La relazione che segue non sarà gradita a molti, però se si vuole arrestare il processo di eutrofizzazione in atto ed evitare le consuete polemiche estive causate dalle analisi negative della balneazione rilevate dalla Goletta Verde è tempo di analizzare le cause del degrado e provvedere ai rimedi prima che sia troppo tardi. I divieti di balneazione sono l’avvisaglia di un inquinamento ecologico molto più grave.

Come si sia arrivati a questo livello di incuria si spiega anzitutto con la diffusa mancanza di conoscenza dell’ecologia lacustre: le cause del degrado e dei suoi effetti. L’Associazione Lago di Bolsena si è mantenuta informata nello studio e la comprensione del nostro ecosistema coinvolgendo l’Istituto di Idrobiologia di Pallanza, specializzato nello studio degli ecosistemi lacustri, la società Lynx Natura & Ambiente, specializzata in ambienti naturali e, recentemente l’Università tedesca di Weimar, specializzata nel trattamento delle acque reflue. Tutti hanno fornito elementi conoscitivi ed hanno convenuto sulla necessità di agire urgentemente per ripristinare lo stato ecologico, come peraltro chiede la normativa. Anche l’ARPA ha ufficialmente certificato l’attuale situazione di degrado.

Per tentare di porre rimedio alla generale disinformazione abbiamo avviato un programma di diffusione della conoscenza dell’ecosistema lacustre iniziando dai ragazzi delle scuole medie di primo grado. Il programma didattico è descritto nella pagina che segue: è un programma che guarda al futuro dei ragazzi. Si spera che insegnino ai loro genitori quanto appreso a scuola, per cui invitiamo i genitori ad ascoltarli: *“Chi ti insegna qualcosa che non sai, quello è il tuo professore, anche se ha solo dieci anni”*

## Conoscere il Lago di Bolsena

L'Associazione Lago di Bolsena, con la collaborazione delle Associazioni "La Porticella" e "Bolsena Lago d'Europa", si è attivata per realizzare un programma di educazione didattica ambientale esteso a tutto il comprensorio lacustre.

Il programma, che ha per titolo "**Conoscere il lago di Bolsena**", è articolato su due livelli: uno, dedicato alla formazione degli insegnanti, con la collaborazione del Provveditorato agli Studi e dell'Università della Tuscia, tramite il settore universitario LABFORM, l'altro, rivolto agli alunni delle scuole medie di primo grado degli Istituti Comprensivi di Valentano, Grotte e Montefiascone, che includono tutti gli alunni presenti nel bacino lacustre.

L'Istituto di Valentano ha 229 alunni di cinque comuni includendo le sedi distaccate di Marta (alla quale partecipano anche gli alunni di Capodimonte), e di Ischia (alla quale partecipano anche gli alunni di Farnese);

l'Istituto di Grotte ha 218 alunni di cinque comuni includendo le sedi di San Lorenzo Nuovo, Bolsena e Gradoli (al quale partecipano anche gli alunni di Latera)

l'Istituto di Montefiascone ha 251 alunni.

A questi si sono aggiunti 107 alunni del comune di Piansano. In totale sono quindi 805 alunni appartenenti ai 12 Comuni sopra citati.

Per le prime classi il programma prevede nozioni geologiche relative alla genesi del lago di Bolsena e del suo emissario, i vari parametri idrogeologici quali: il tempo di ricambio, il livello del lago, le piogge, i prelievi idrici e l'evaporazione. È prevista una uscita sul lago con il battello pubblico per osservare il cratere dell'isola Martana.

Per le seconde classi è previsto lo studio dell'ecosistema lago, comprensivo di una uscita con il battello pubblico per pescare lo zooplancton con un apposito retino. Il materiale raccolto viene subito dopo portato a terra e osservato dai ragazzi al microscopio. In caso di condizioni meteo avverse, in alternativa all'uscita con il battello pubblico, il prelievo dello zooplancton sarà effettuato nel porto e completato con una visita all'Acquario di Bolsena.

Per le terze classi, finché non sarà possibile accedere al depuratore ora in dissesto, i ragazzi saranno condotti a visitare una azienda agricola biologica per comprendere quanto sia importante per la tutela del lago un'attività agricola ecocompatibile. L'uscita didattica prevede anche un incontro con i pescatori e la visita all'incubatoio ittico.

L'Associazione Lago di Bolsena, malgrado la mancanza di risorse, ha garantito ai tre Istituti la copertura delle spese relative al progetto per quanto riguarda: la pubblicazione della documentazione didattica; l'intervento di insegnanti esterni; i retini; la disponibilità di microscopi; il materiale per la preparazione dei vetrini e la premiazione dei migliori alunni dei tre Istituti da effettuare con un concorso conclusivo alla fine dell'anno scolastico.

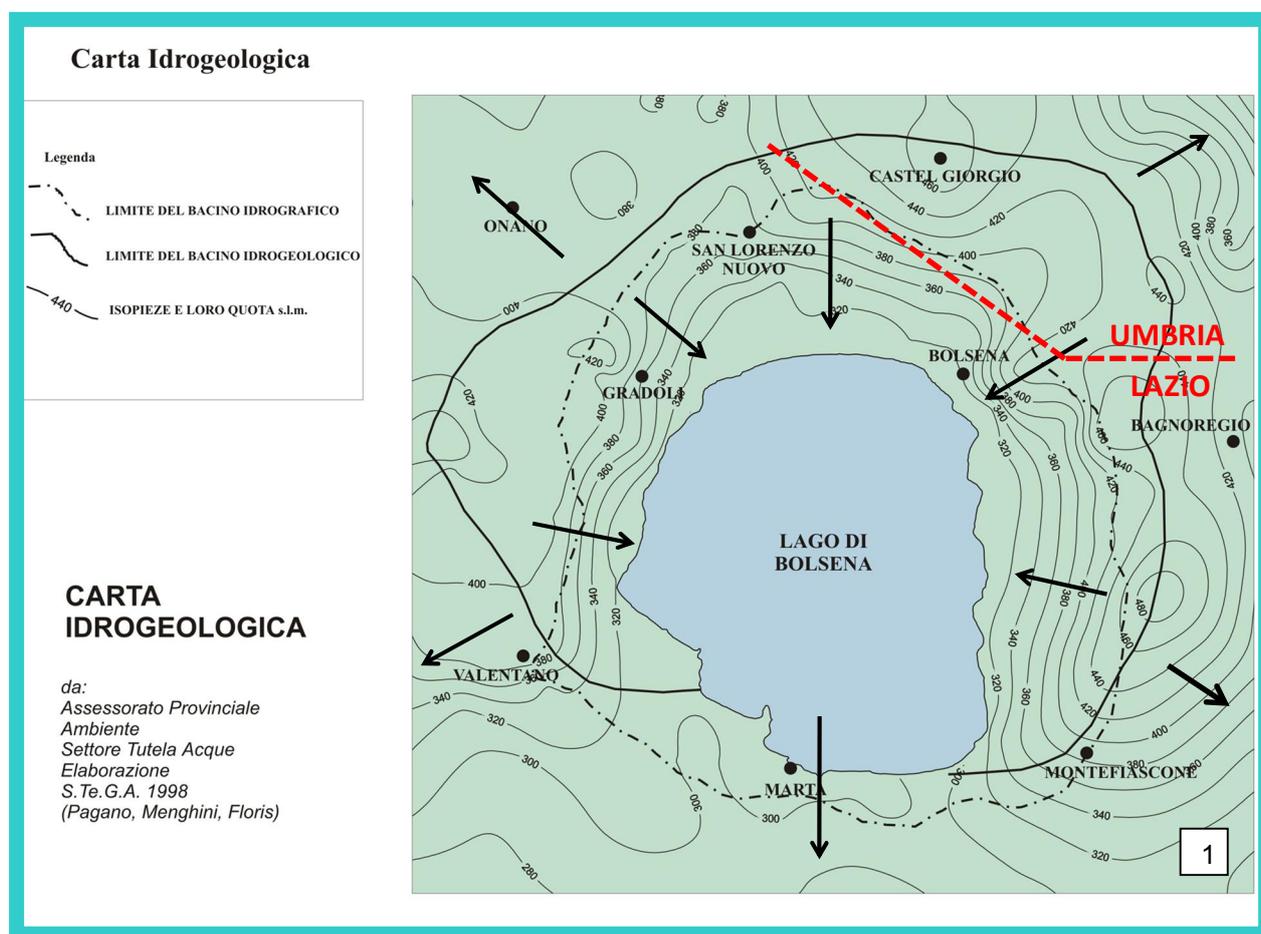
Abbiamo chiesto ai citati 12 Comuni e alla Provincia un gesto di solidarietà verso le scuole sponsorizzando il progetto con un piccolo contributo simbolico di 100 euro ciascuno. Ciò nella speranza di poter mantenere il ciclo didattico anche negli anni a venire.

# STATO DEL LAGO DI BOLSENA - 2017

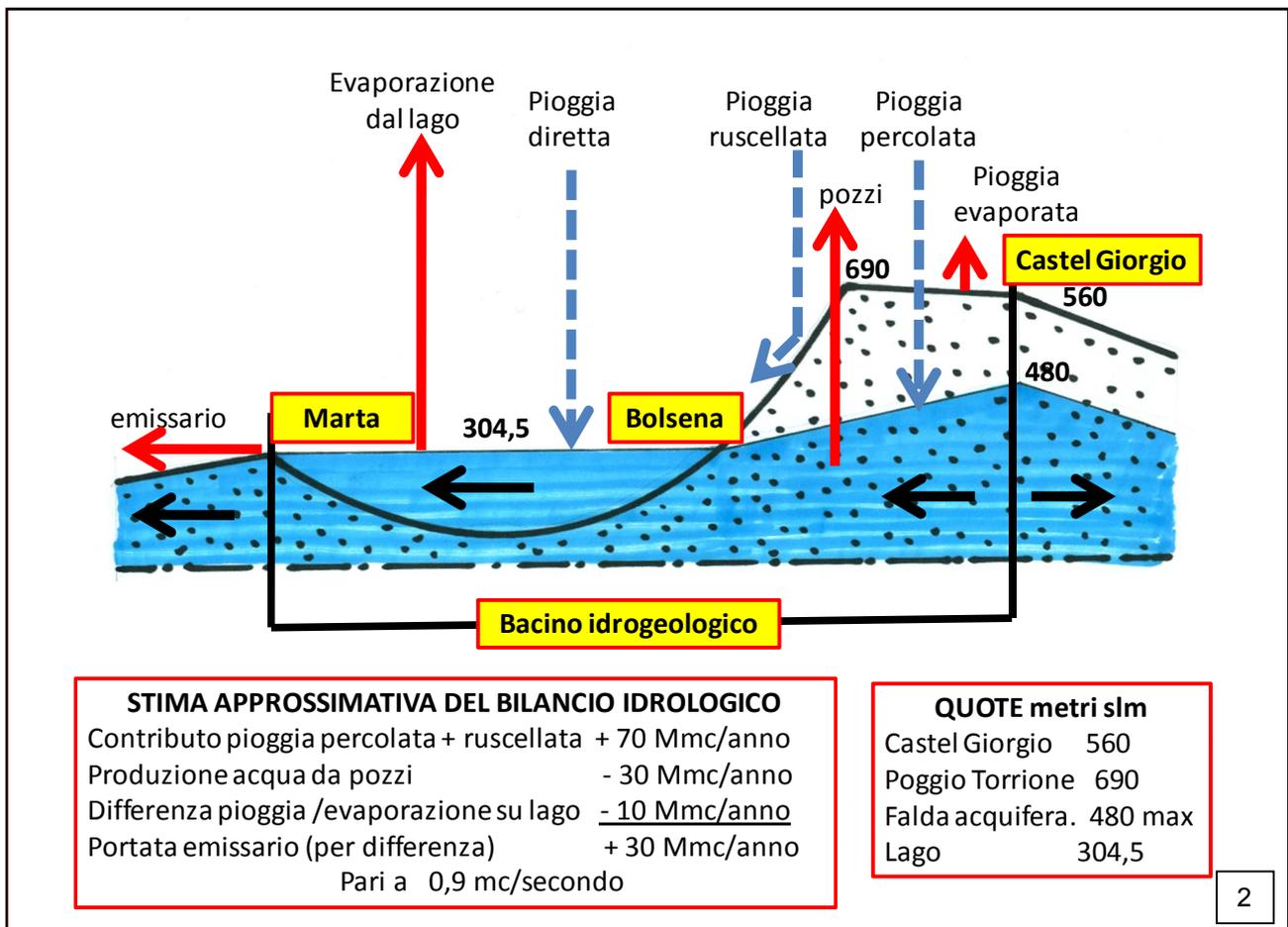
## 1. Eutrofizzazione

Il lago di Bolsena, essendo di origine vulcanica, si differenzia dalla maggior parte dei laghi, in particolare da quelli vallivi Alpini. In questi ultimi le pareti della conca lacustre, essendo di roccia impermeabile, delimitano nettamente lo spazio occupato dall'acqua, mentre la conca del lago di Bolsena, essendo porosa e permeabile, non delimita lo spazio occupato dall'acqua. In effetti il lago di Bolsena è la parte affiorante di un grande acquifero.

La carta idrogeologica mostra il limite della parte dell'acquifero che interessa il lago: è il bacino idrogeologico. Le piogge che cadono al suo interno convergono verso il lago, e da questo vanno al mare Tirreno attraverso l'emissario Marta, mentre quelle che cadono all'esterno raggiungono il mare attraverso altri bacini quali il Tevere e il Fiora.



La carta idrogeologica [1] mostra la quota rispetto al mare delle isopièze, ossia la quota rispetto al mare della falda acquifera. Mentre il lago è a quota 304,5 sm la falda raggiunge quote dell'ordine di 480 metri sm. La sezione Nord – Sud [2] nella pagina che segue mostra il flusso ipogeo all'interno della falda acquifera e il flusso per ruscellamento superficiale lungo i fossi all'interno del bacino imbrifero (detto anche idrogeologico). Nella parte emersa del bacino una parte della pioggia percola nella sottostante falda acquifera. Il bilancio idrogeologico è difficile a valutare perché la pioggia che cade al suolo in parte evapora e solo in parte percola raggiungendo l'acquifero. Il bilancio approssimativo indicato nella tabella viene proposto confrontando la situazione passata con quella presente.



Dalla letteratura è noto che all'inizio del secolo scorso il tempo di ricambio del lago era di 120 anni e che sullo specchio lacustre l'evaporazione uguagliava la quantità di pioggia per cui era ininfluenza ai fini del bilancio idrologico. Da queste due considerazioni si deduce che la ricarica annuale proveniente dalla parte emersa del bacino, per percolazione e ruscellamento, corrispondeva alla centotesima parte del volume del lago ( $9,2 \text{ km}^3$ ), ossia  $77 \text{ Mm}^3$ . Attualmente, essendo la pioggia diminuita del 10% possiamo assumere che il deflusso proveniente dal bacino sia ridotto a  $70 \text{ Mm}^3$ .

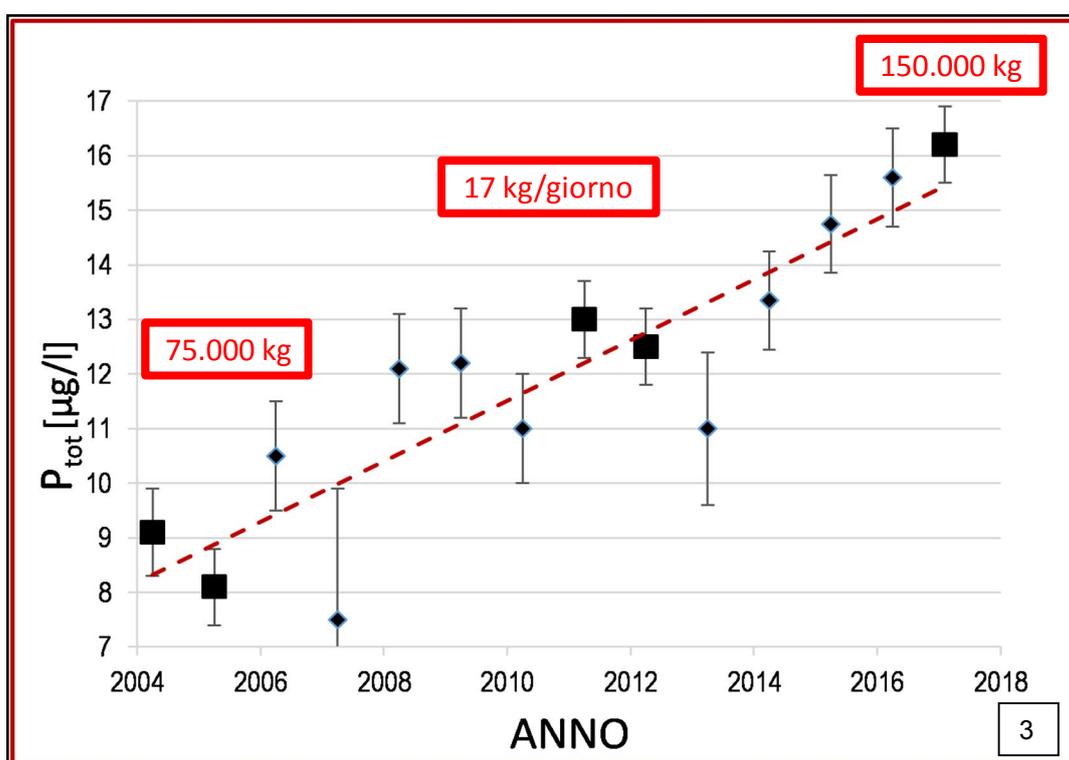
Nel bacino sono stati trivellati nel dopoguerra oltre 1000 pozzi per uso irriguo e potabile che sottraggono alla ricarica del lago almeno  $30 \text{ Mm}^3$ . La residua ricarica ammonta quindi a  $70-30 = 40 \text{ Mm}^3$ . Oltre che sul terreno, anche sullo specchio lacustre la pioggia è diminuita per cui sullo specchio lacustre avviene una ulteriore decurtazione di  $10 \text{ Mm}^3$  a causa dell'evaporazione. Restano quindi solo  $30 \text{ Mm}^3$  di deflusso per l'emissario corrispondenti ad una portata di  $0,9 \text{ m}^3/\text{sec}$ . All'inizio del secolo la portata era di  $2,4 \text{ m}^3/\text{sec}$ , ecco spiegato perché il tempo di ricambio è passato da 120 a 300 anni.

Lo smaltimento degli inquinanti attraverso l'emissario quando il tempo di ricambio era di 120 anni era chiaramente inefficace, oggi, essendo aumentato a 300 anni, lo smaltimento attraverso l'emissario è divenuto praticamente inesistente: tutto quello che entra nel lago vi rimarrà per sempre, eventualmente depositato come sedimento sul fondale.

Nel bacino idrogeologico non vi sono industrie, gli inquinanti che giungono al lago dal bacino idrogeologico sono di origine urbana ed agricola. Contengono sostanze nutrienti per i vegetali, fra i quali il fosforo che è la principale causa del processo di eutrofizzazione perché causa l'aumento della biomassa del fitoplancton che a sua volta causa l'aumento

della biomassa animale. Alla fine della vita le loro spoglie, vegetali ed animali, scendono e si depositano sul fondo del lago assieme al fosforo che hanno assunto in vita. A maggiore quantità di fosforo che arriva dal bacino corrisponde una maggiore quantità di spoglie che si depositano sui fondali. Qui avviene il processo di decomposizione che fissa al fondo parte del fosforo che è giunto al lago dal bacino.

Tuttavia l'ecosistema, pur aumentando la biomassa organica, non riesce ad abbattere nel modo naturale sopra descritto tutta la quantità di fosforo che continuamente arriva dal bacino per cui una certa quantità rimane in soluzione aggiungendosi alla quantità non abbattuta nelle stagioni precedenti. La quantità di fosforo che giunge al lago non è nota, neppure è nota la quantità che l'ecosistema abbatte in modo naturale. È invece nota, essendo misurata con analisi chimiche, la concentrazione del fosforo nel corpo d'acqua. Nel corso degli ultimi 12 anni la concentrazione del fosforo totale, espressa in  $\mu\text{g/l}$ , è raddoppiata, come mostra il grafico [3].



La misura in  $\mu\text{g/l}$  non rende evidente il problema per cui è utile convertire tale grandezza in kg di fosforo contenuti nel volume del lago ( $9,2 \text{ km}^3$ ). Risulta quindi che il fosforo totale nell'anno 2005 era di 75.000 kg mentre nel 2017 è aumentato a 150.00 kg. L'aumento giornaliero nel periodo considerato è stato di 17 kg al giorno. In conclusione l'ecosistema abbatte in modo naturale un quantitativo di fosforo non noto, ma non abbatte l'eccesso in arrivo dal bacino, che è noto, pari a 17 kg/giorno che è quello che causa il degrado. L'unico rimedio è quello di individuare le origini dell'eccesso e provvedere al suo contenimento.

Nella situazione descritta assume importanza l'ossigeno disciolto nel corpo d'acqua, in particolare nello strato al fondo, a contatto con i sedimenti delle spoglie vegetali ed animali in decomposizione. La decomposizione e la conseguente mineralizzazione è un processo che comporta consumo di ossigeno. Se l'ossigeno presente nell'acqua è insufficiente ed esaurisce cessa la decomposizione per ossidazione, ma continua con un processo

anossico putrefattivo, più lento e meno efficace per mineralizzare il fosforo solubile contenuto nelle spoglie. È comunque un cattivo indicatore dello stato del lago.

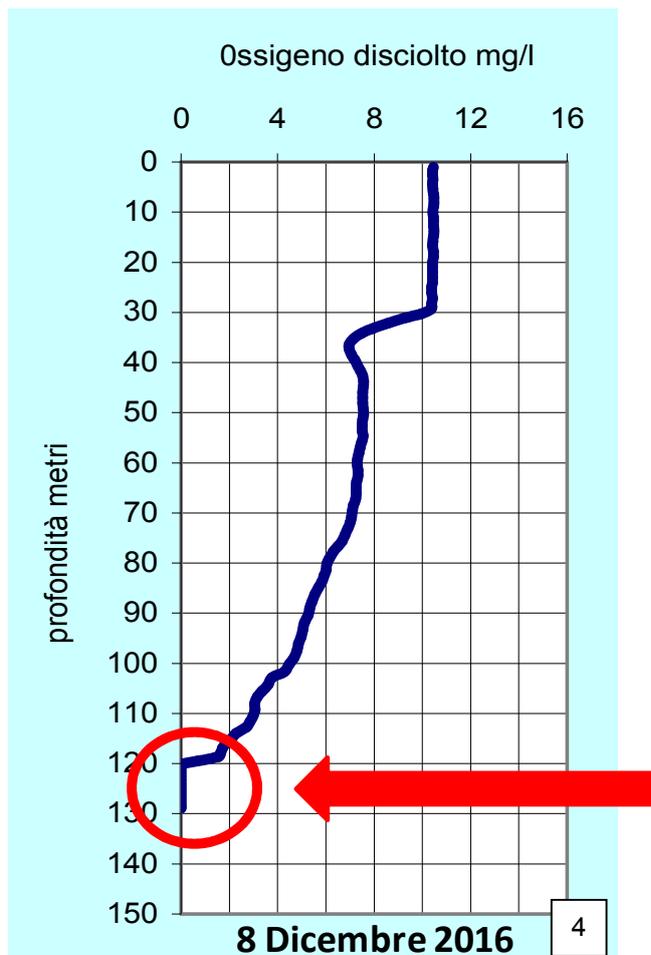
L'ossigeno disciolto nell'acqua proviene dal contatto della superficie del lago con l'atmosfera. Lo strato superficiale ossigenato raggiunge il fondo quando il lago viene rimescolato dai forti venti invernali di tramontana. Entra quindi in gioco la situazione meteorologica che solo saltuariamente è favorevole. Nel grafico [3] gli anni in cui è avvenuto il completo rimescolamento sono indicati con un quadretto più grande. Il lago di Bolsena è quindi un ambiente sensibile e vulnerabile non solo per l'assenza di ricambio, ma anche perché è profondo e la situazione meteorologica non è sempre favorevole per provocare completi rimescolamenti del corpo d'acqua.



**Sedimenti organici sul fondale**

**LAGO IN BUONA SALUTE**  
Demolizione della sostanza organica attuata dai batteri aerobi (*ossidazione*)

**LAGO IN DEGRADO**  
Demolizione della sostanza organica attuata dai batteri anaerobi (*putrefazione*)



Come mostra il grafico [3], dopo il 2012 sono trascorsi quattro anni senza rimescolamenti e nel dicembre del 2016 si è verificata per la prima volta un grave stato di anossia come mostra la registrazione [4], effettuata con una sonda multiparametrica. L'anossia comporta un nuovo fattore di degrado: i sedimenti precedentemente mineralizzati possono ridursi e rilasciare fosforo solubile che si aggiunge al fosforo in arrivo dal bacino. È un temibile "carico interno" che accelera il processo di eutrofizzazione.

Insolitamente all'inizio del 2017 sono arrivati fortissimi e persistenti venti di tramontana che hanno ben ossigenato tutta la colonna d'acqua. Tuttavia alla fine del 2017 si sono nuovamente manifestati segni di anossia al fondo. È quindi della massima urgenza ridurre l'arrivo di fosforo dal bacino.

L'ARPA ha emesso la tabella ufficiale [5] sullo stato dei laghi del Lazio relativamente all'anno 2015 dal quale si vede che lo stato ecologico del lago di Bolsena è "sufficiente". Secondo la normativa vigente i laghi che nel 2008 erano in stato "sufficiente" dovevano raggiungere lo stato "buono" entro il 2015; per il lago di Bolsena è accaduto l'inverso, era nello stato "buono" ed è diventato "sufficiente".

**ARPA LAZIO – Stato ecologico dei corpi lacustri – 2014 – 2015  
determinato secondo cinque classi di qualità:  
ELEVATO – BUONO – SUFFICIENTE – SCARSO - CATTIVO**

Stazione	Corpo idrico	Fitoplancton*	LTLecco	Tab 1/b	Parametri critici	STATO ECOLOGICO
L1.30	LAGO DI CANTERNO	Cattivo	Sufficiente	Buono		CATTIVO
L1.32	LAGO DI POSTA FIBRENO	Buono	Elevato	Buono		BUONO
L3.39	LAGO DI VENTINA	Sufficiente	Buono	Buono		SUFFICIENTE
L3.40	LAGO DI RIPASOTTILE	Cattivo	Sufficiente	Buono		CATTIVO
L3.41	LAGO LUNGO	Cattivo	Buono	Buono		CATTIVO
L3.42	LAGO DI SCANDARELLO	Buono	Buono	Buono		BUONO
L3.44	LAGO DEL TURANO	Buono	Sufficiente	Buono		SUFFICIENTE
L3.45	LAGO DEL SALTO	Sufficiente	Sufficiente	Buono		SUFFICIENTE
L3.57	LAGO DI PATERNO	Sufficiente	Sufficiente	Buono		SUFFICIENTE
L4.26	LAGO DI BRACCIANO	Elevato	Sufficiente	Buono		SUFFICIENTE
L4.27	LAGO DI MARTIGNANO	Elevato	Buono	Buono		BUONO
L4.28	LAGO DI NEMI	Sufficiente	Sufficiente	Buono		SUFFICIENTE
L4.29	LAGO ALBANO	Buono	Sufficiente	Buono		SUFFICIENTE
L5.30	LAGO DI BOLSENA	Elevato	Sufficiente	Buono		SUFFICIENTE
L5.34	LAGO DI VICO	Buono	Sufficiente	Sufficiente	Arsenico	SUFFICIENTE
L5.70	LAGO DI MEZZANO	Buono	Sufficiente	Buono		SUFFICIENTE

Tab. 1 – Stato ecologico dei corpi lacustri. Il calcolo del parametro "fitoplancton" si è basato sulla sola metrica "clorofilla" in quanto i metodi di calcolo del biovolume sono variati in corso d'opera rendendo i risultati difficilmente confrontabili.

5

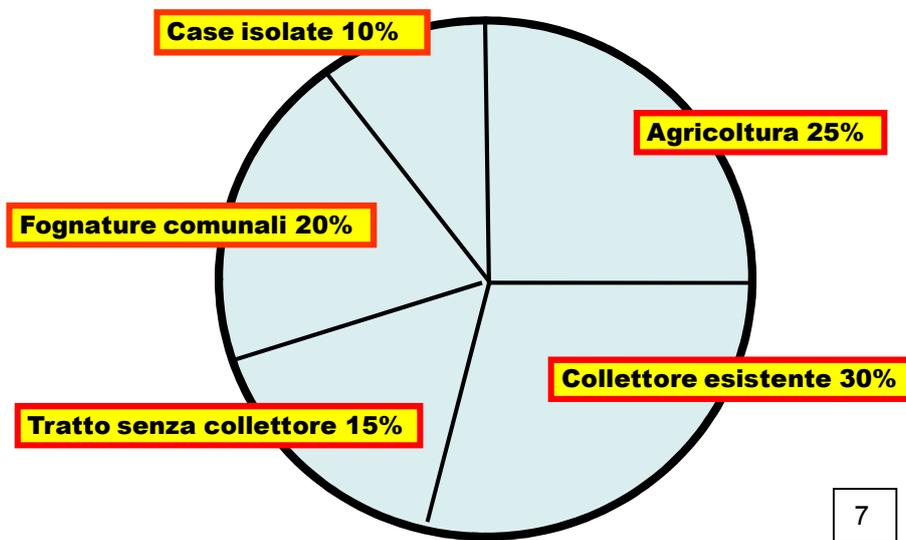
Indipendentemente dalle prescrizioni normative la registrazione dello strato anossico [4] mostra che il lago è arrivato ad uno stato di eutrofizzazione allarmante. Continuando a riversare nel lago 7 Kg/giorno di fosforo il "carico interno" peggiorerà ulteriormente ed il degrado diventerà irreversibile. Siamo ad un bivio [6] e occorre una decisione consapevole.



Per affrontare la via del ripristino occorre anzitutto individuare la provenienza dei 7500 kg di fosforo giunti in eccesso al lago dal 2008 al 2017 ed eliminarne le cause. La provenienza del fosforo, come precedentemente anticipato, è di origina agricola e urbana.

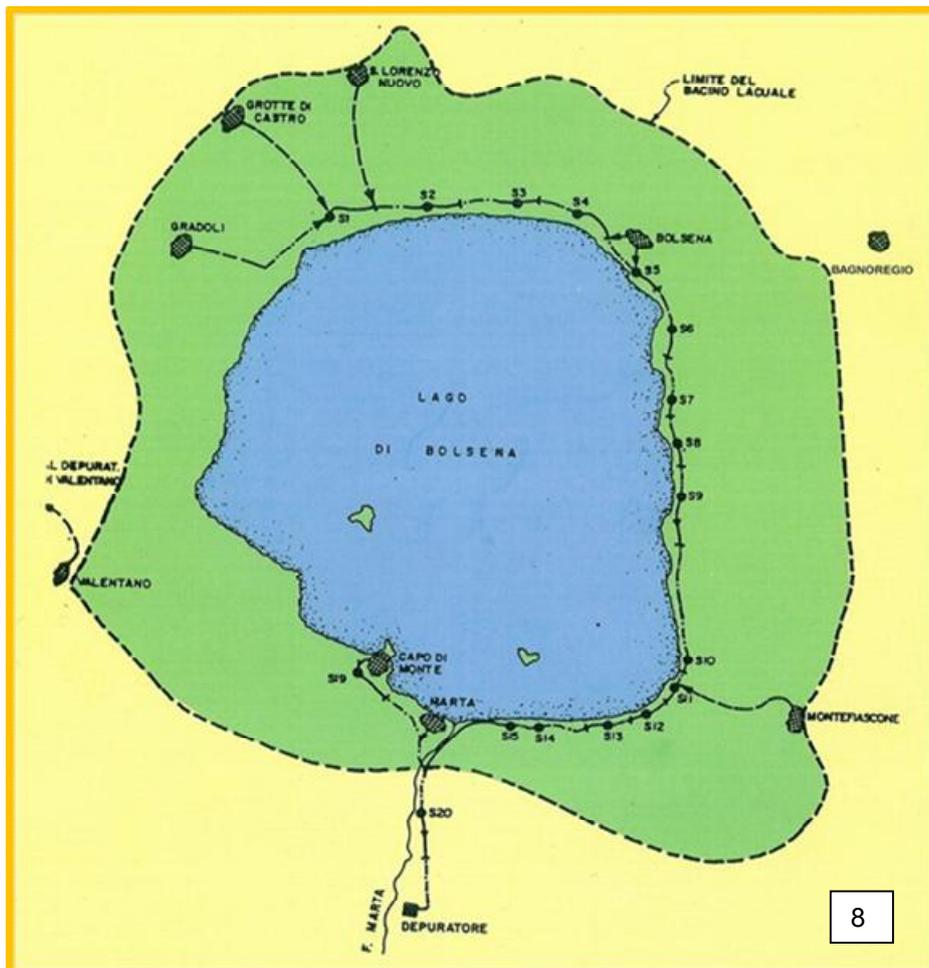
Non esistono studi per quantificare la percentuale di ciascuna causa, ma il quadro d'insieme può essere riassunto dal grafico [7].

### Presunto apporto di fosforo al lago di Bolsena dal 2005 al 2017



7

Schema del collettore detto circumlacuale



8

**Agricoltura 25%** - Nella attività agricola vengono utilizzati oltre ai fertilizzanti anche sostanze chimiche quali diserbanti ed antiparassitari. Nella stessa attività vanno inclusi gli allevamenti di animali di bovini e suini. Il fosforo giunge al lago per percolazione e dilavamento, in particolare a seguito di piogge intense. Per ridurre l'apporto di fosforo e di sostanze chimiche è necessario incentivare nel bacino idrogeologico la volontaria conversione in agricoltura eco compatibile. Amministrativamente la situazione è complicata dal fatto che una parte significativa dell'attività agricola nel bacino è svolta nel territorio della Regione Umbria [1].

**Collettore esistente 30 %** - È costituito da una tubazione che raccoglie i reflui urbani di 7 comuni. I liquami sono spinti da una successione di 20 stazioni di pompaggio che li portano fuori dal bacino idrogeologico ad un depuratore che si trova lungo il fiume emissario Marta. Un eventuale guasto dell'impianto di depurazione non influisce sul lago, ma solo sul fiume. La tutela del lago è affidata al collettore e alle stazioni di pompaggio. La gestione del collettore e del depuratore è affidata ad un consorzio fra i comuni (COBALB), mentre le fognature sono gestite dai singoli comuni.

L'attribuzione al collettore del 30% del fosforo giunto al lago nel periodo considerato si deve al fatto che sono avvenuti numerosi sversamenti per guasti delle stazioni di pompaggio, l'immissione di piogge nel collettore che in caso di forti precipitazioni hanno causato sversamenti inquinanti, perdite delle tubazioni, ecc. Il sospetto che vi siano perdite non visibili delle tubazioni interrate nasce dalla foto [9] la quale mostra il tratto finale della tubazione a valle del lago presso la stazione 20 che rilascia nel fiume tutto il liquame in arrivo dai sette comuni, anziché inviarlo al depuratore.

La portata sembra essere dell'ordine di 5 litri/sec, che rispetto ai 32600 residenti serviti dal collettore fa presumere che vi siano perdite occulte a monte, nelle tubazioni o nelle stazioni di pompaggio. La perdita nell'emissario è continuata da almeno un anno. L'inquinamento ha raggiunto le spiagge vicine alla foce del Marta.



Presso Stazione 20  
Data: 22/12/17  
Coordinate foto  
42°21'22" N,  
11°55'08" E  
Portata circa 5 l/sec

Percorrendo il lungolago si trovano dei luoghi in cui vi sono perdite visibili provenienti sia dal collettore sia da alcune fognature comunali. Alla stazione 9 c'è una grossa perdita che scarica nel lago. Forse corrisponde alla portata di tutte le stazioni a monte.



Presso stazione 9  
Data 2/1/2018  
Coordinate foto  
42°35'11.7"N  
11°59'43.7"E  
Portata circa 7 l/sec

Procedendo lungo lago si trova una perdita da una sottostazione del COBALB che scarica in un fosso parte dei liquami di S. Lorenzo nuovo [11]



Presso S. Lorenzo  
Nuovo  
Data 2/1/2018  
Coordinate foto  
42°41'04.1"N  
11°54'37.7"E

Nono tutte le perdite sono visibili perché sono sommerse: si sa che ci sono per manifestazioni olfattive.

**Fognature comunali 20%** - Alle perdite del collettore a gestione consortile si aggiungono quelle a gestione comunale. Avvengono per perdite delle tubazioni o per mancate connessioni al collettore principale. La foto [12] è stata scattata a fine estate quando il carico turistico era elevato. Si vede il tombino che straripa liquame. La foto [13] è stata scattata in inverno quando il carico di liquame era minore oppure dopo che l'inconveniente è stato riparato.



Da Montefiascone  
Data 1 Settembre 2017  
e 2 gennaio 2018  
Coordinate foto  
42°36'09.7"N  
11°59'53.1"E

La foto [15] è un esempio di scarico permanente nel terreno. La portata nel periodo invernale è bassa, ma aumenta considerevolmente in estate.



Quartiere S.  
Antonio  
Data 2/1/2018  
Coordinate foto  
42°36'09.7"  
N 11°59'53.1"E)

14

La foto [16] mostra la perdita di una fognatura comunale avvenuta anni fa che, nel caso specifico è stata prontamente riparata dal Comune.



15

Le riparazioni sono una buona notizia che si dimentica presto pensando che il problema è stato superato. Invece il lago non lo dimentica perché accumula il fosforo ricevuto durante i numerosi guasti, come dimostrano i 75.000 kg menzionati nel grafico [3].

Inoltre le perdite di liquami nel lago sono causa di un grave effetto sanitario collaterale a causa del loro contenuto in batteri fecali: la balneazione. Il sistema di teleallarme è totalmente disastroso. Raramente le perdite vengono comunicate all'ARPA per cui questa non è informata e non può apporre gli obbligatori divieti di balneazione.

**Case isolate 10%** - Si stima siano dell'ordine di 300, spesso sono agriturismi. Per i reflui si avvalgono di fosse biologiche a perdere nel terreno circostante. La parte liquida percola attraverso il terreno e raggiunge l'acquifero e quindi il lago. Anche per questa tipologia di inquinamento non è noto il contributo di fosforo proveniente dalla Regione Umbria. Manca un organismo indipendente che certifichi e controlli la regolarità di tutti gli scarichi.

**Tratto senza collettore 15%** - in quella zona vi sono numerose attività turistiche e ristoranti. Un eventuale collettore aggiuntivo dovrebbe raccordarsi con la stazione del COBALB a Capodimonte, ma dovrebbe attraversare la zona di monte Bisenzio, sulla quale vige il vincolo archeologico. In alternativa del collettore potrebbero in essere installati dei fitodepuratori locali.

La cittadinanza e i media fanno molta confusione fra tre differenti tipi di inquinamento:

(1) inquinamento riferito alla balneazione, causato da batteri contenuti nei liquami urbani, è un tipo di inquinamento che preoccupa l'attività turistica, ma è reversibile e cessa con la riparazione del sistema fognario;

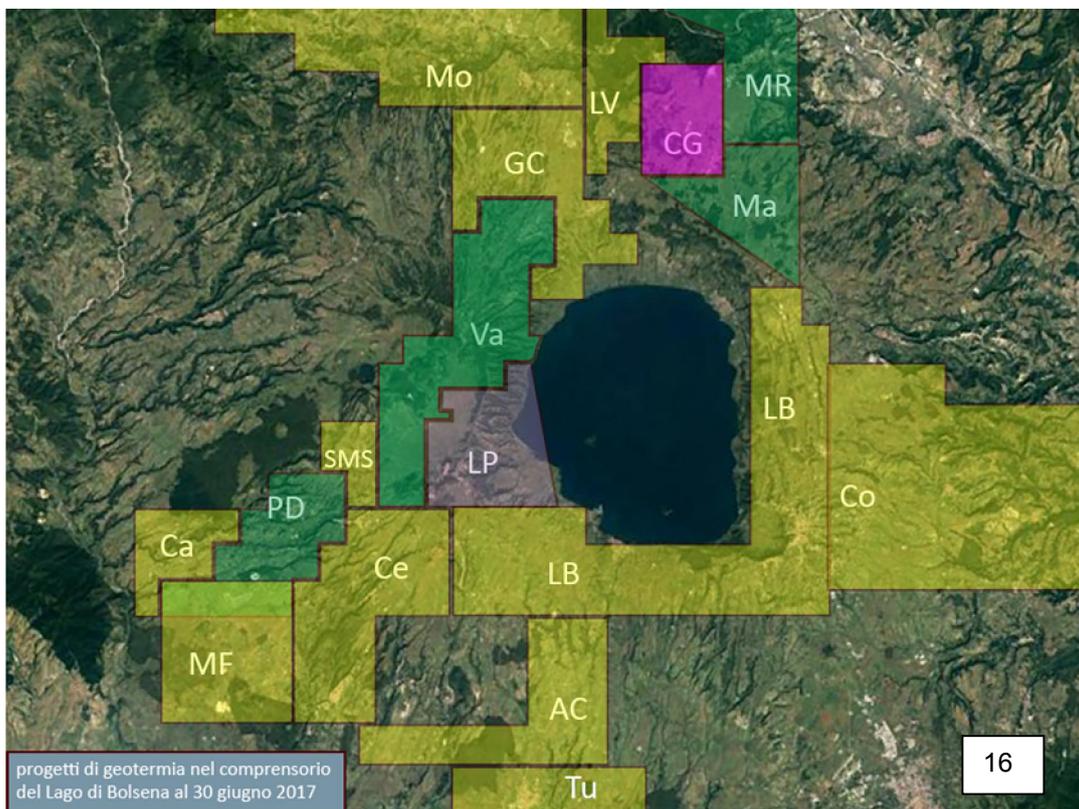
(2) inquinamento riferito all'eutrofizzazione, causato dall'immissione nel lago di sostanze nutrienti per i vegetali, in particolare del fosforo, contenuto nei liquami urbani e nei fertilizzanti agricoli. È un inquinamento che degrada lentamente la qualità dell'acqua lago e che può diventare irreversibile;

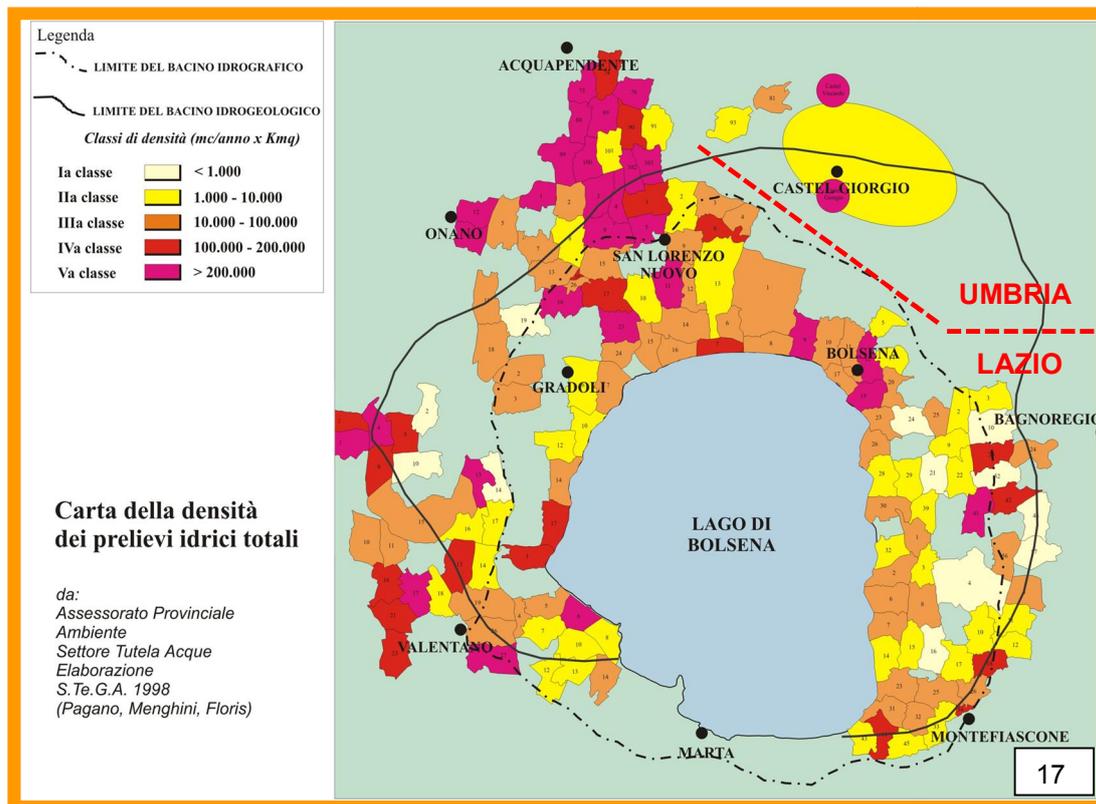
(3) inquinamento chimico, causato da sostanze come diserbanti, pesticidi e altre di provenienza industriale, attualmente non rilevato, ma che potrebbe manifestarsi in modo rilevante se venisse autorizzata la geotermia in profondità, che causerebbe la risalita di arsenico nella falda superficiale dalla quale viene prelevata l'acqua per uso potabile.

Per quanto riguarda il ripristino allo stato "buono" del lago non ci si illuda che con la riparazione dell'esistente collettore i problemi di eutrofizzazione saranno superati. Occorre intervenire anche su tutte le altre cause [7].

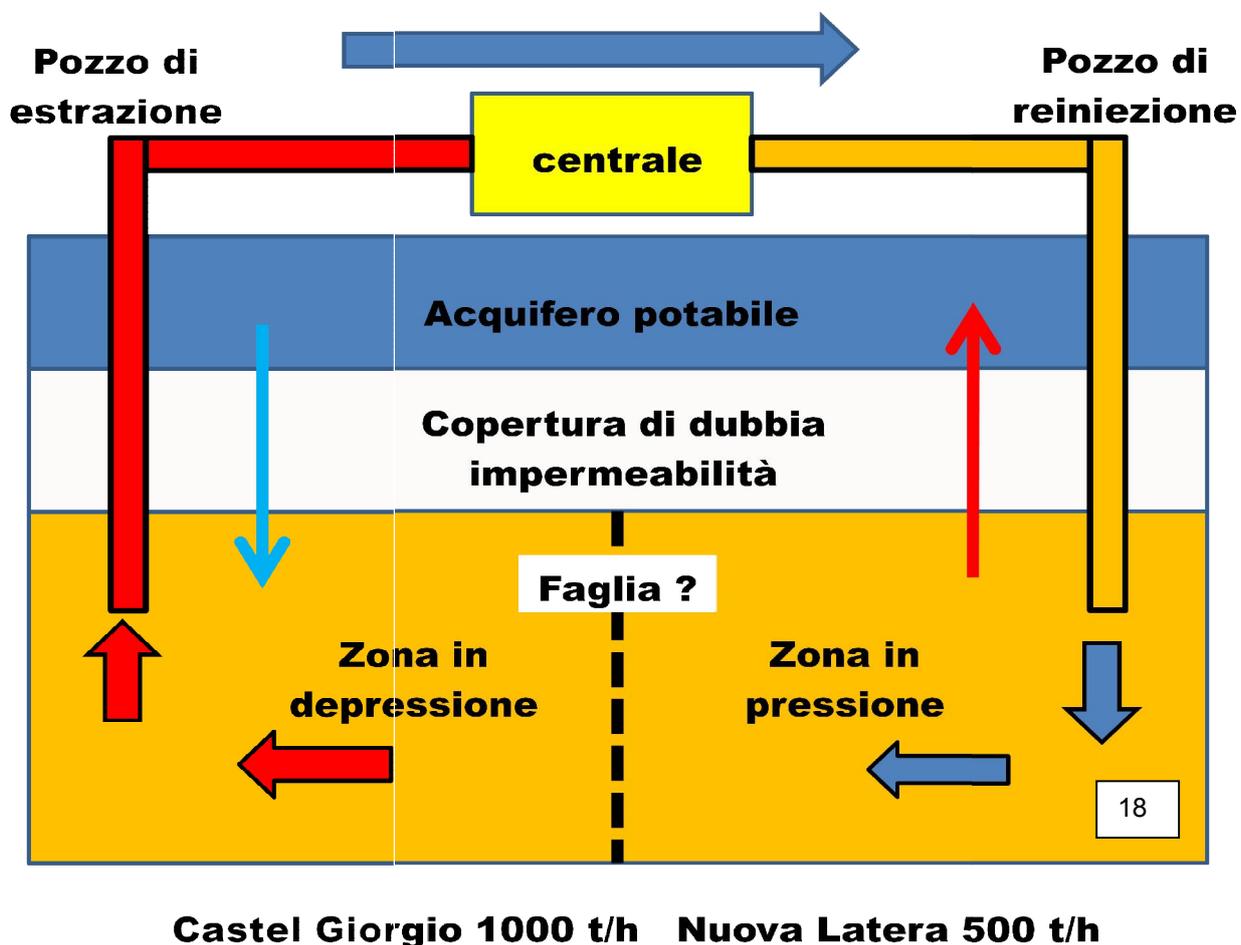
## 2 - Geotermia

La carta che segue indica i progetti geotermici nell'area circostante il lago di Bolsena, gran parte dei quali insistono sul suo bacino idrogeologico e sulle zone dalle quali viene attinta l'acqua per le reti potabili e irrigue. È una situazione che merita estrema attenzione per il pericolo di inquinamento dell'acquifero e l'aumento del rischio sismico, oltre al possibile danno alle attività termali nelle vicinanze.





La carta della densità dei prelievi relativa a ciascuna mappa catastale del Lazio, non riporta la situazione dell'Umbria, ma anche in essa sono presenti ingenti prelievi.



Il funzionamento delle varie tipologie di centrali geotermiche attualmente in uso, hanno in comune che nel sottosuolo prelevano fluido ad alta temperatura con pozzi di produzione e, dopo avergli sottratto calore nella centrale lo restituiscono raffreddato, alla stessa roccia, tramite pozzi di reiniezione. L'estrazione e la reiniezione sono effettuate alla distanza di alcuni chilometri in modo che il fluido possa nuovamente riscaldarsi nel percorso ipogeo fra la zona di reiniezione e quella di produzione [18].

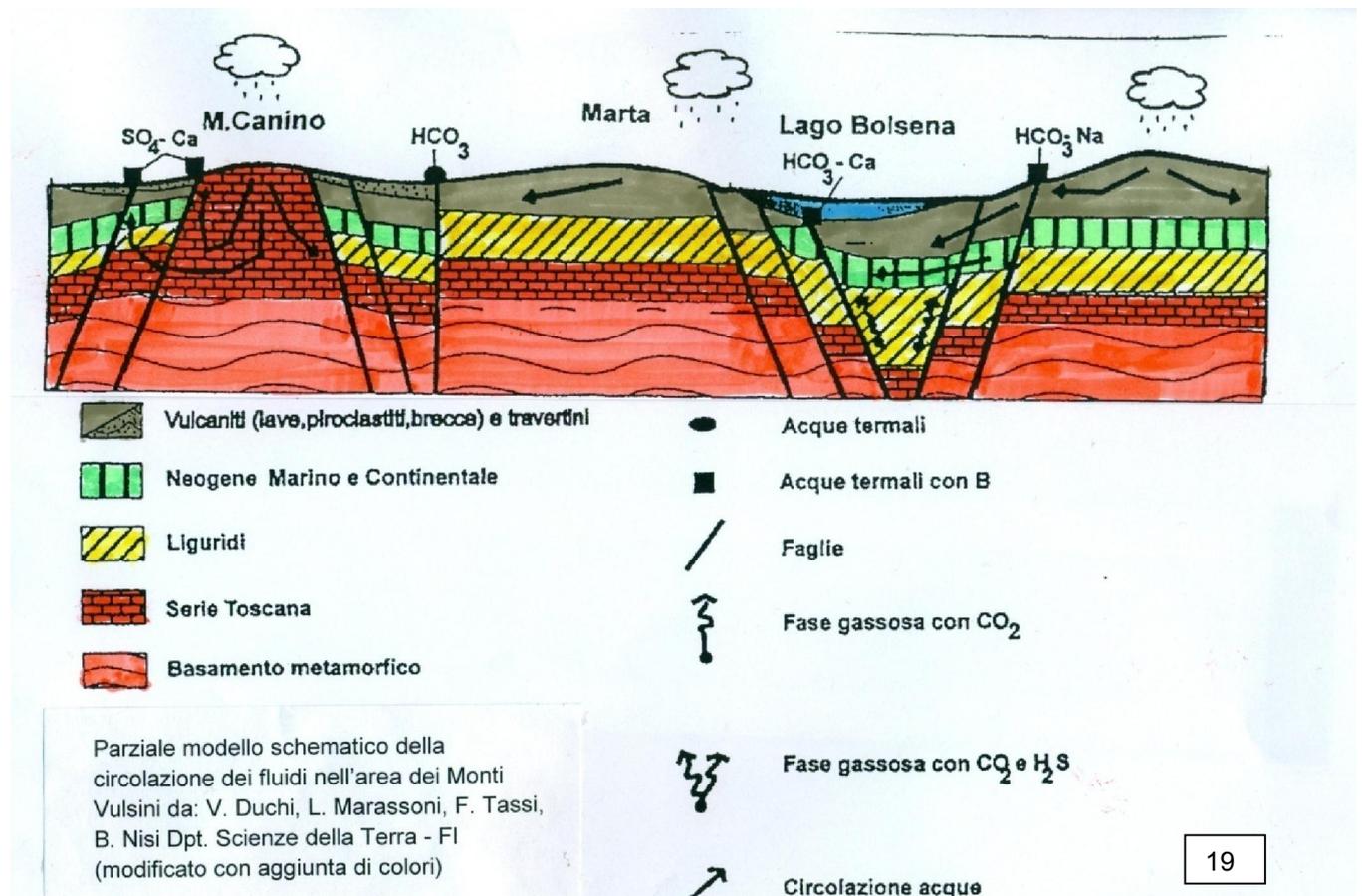
Il processo si basa su due ipotesi:

(1) che il fluido geotermico possa liberamente defluire dalla zona di reiniezione a quella di produzione;

(2) che vi sia una roccia, detta di copertura che impedisca la comunicazione idraulica fra il serbatoio geotermico e l'acquifero superficiale.

Sono due ipotesi molto discutibili. Infatti la zona vulcanica interessata presenta numerose faglie che possono ostacolare i deflussi in senso orizzontale, in questo caso invece di una circolazione si avrebbe il trasferimento di fluido geotermico dalla zona in depressione a quella in sovrappressione. Sono quantità ingenti: ad esempio l'impianto di Castel Giorgio estrarrebbe 1000 tonnellate all'ora per numerosi anni. Si creerebbe uno sbilancio termico e pressorio che aumenterebbe il rischio sismico e della subsidenza.

Sul fatto che le faglie possano creare dei compartimenti stagni vedere la ricerca di Vignaroli ed altri, relativa all'Alfina, pubblicata su Tectonophysics nel 2013. Non essendo possibile prevedere l'efficacia del ricircolo, l'applicazione del principio della precauzione è d'obbligo.



Inoltre le faglie possono facilitare la comunicazione verticale fra il serbatoio geotermico e l'acquifero superficiale, infatti la roccia di copertura non è acquicluda come dimostrano le numerose manifestazioni termali presenti nel territorio. Dato che il fluido geotermico contiene alte percentuali di arsenico, il rischio di contaminazione della rete potabile e del lago è molto alto.

La sezione geologica [19] è un modello schematico che mostra il lago di Bolsena e la circolazione dei fluidi nell'area dei Monti Vulsini, localmente illustrata nella sezione [2]. Da notare le numerose faglie nell'area della caldera che ha formato la conca del lago.

La foto dal satellite [20] mostra che nella realtà le faglie attorno al lago di Bolsena sono molto più numerose di quelle indicate dallo schema. Infatti sul versante ad est si notano dei gradini concentrici paralleli alla costa del lago dovuti alle faglie. Sul lago ovest non sono visibili perché coperti dai successivi prodotti del vicino vulcano di Latera.



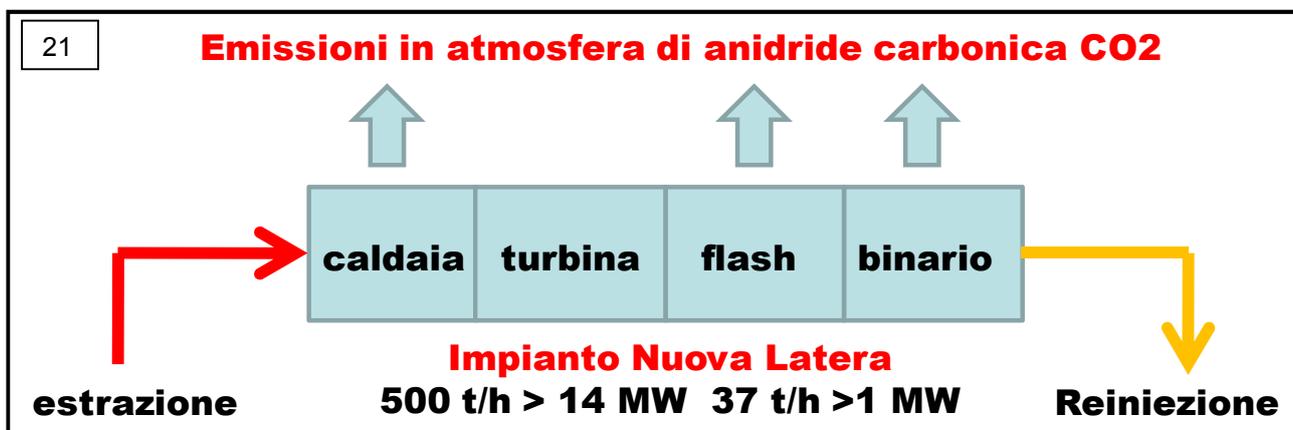
Per quanto riguarda la copertura impermeabile si riportano alcune frasi scritte dal Proponente nelle varie relazioni del progetto dell'impianto di Castel Giorgio:

*“Al di sopra vi è una formazione impermeabile che agisce come copertura del sistema geotermico, costituita da terreni argillosi dei flysh liguri. Questa copertura è molto efficace, tanto che solo in un sito, corrispondente alla manifestazione a gas delle Solfanare poco a sud di torre Alfina si trova una piccola faglia a direzione NW-SE che mette in comunicazione il serbatoio con la superficie consentendo la risalita di gas - prevalentemente CO<sub>2</sub>.“ (Si osserva: evidentemente la copertura non è impermeabile come si vorrebbe far credere).*

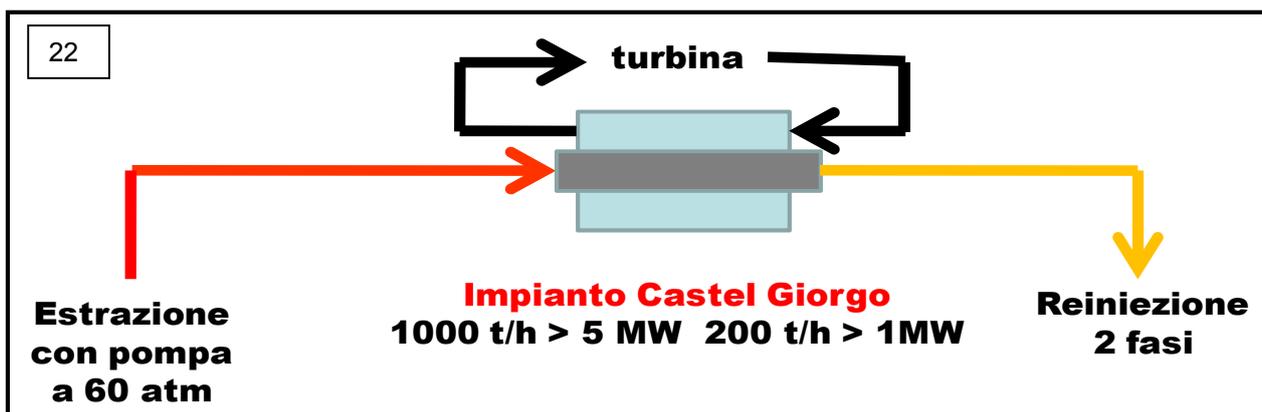
“ La zona in esame ricade nell’ambito di una potente struttura acquifera rappresentata da una coltre di vulcaniti che ricopre, con elevato spessore, i sedimenti argillosi pliocenici e/o depositi di facies marnoso- argillosa delle unità liguridi, caratterizzate da un basso grado di permeabilità “ (Si osserva: basso grado di permeabilità significa appunto che la copertura non è completamente impermeabile).

“... solo il tratto terminale della tubazione di reiniezione e i pozzi di reiniezione si collocano nell’area dove il drenaggio sotterraneo dell’acquifero delle vulcaniti è diretto verso il lago di Bolsena, I pozzi di produzione sono invece ubicati nella zona dove il drenaggio è in direzione opposta, verso il fiume Paglia e il Tevere ...” (Si osserva: si preleverebbe fluido geotermico dall’Umbra e lo si riverserebbe nel Lazio sotto il bacino del lago di Bolsena, non protetto da una sottostante copertura sufficientemente impermeabile)

La maggior parte degli impianti è del tipo detto “flash”, che rilasciano in atmosfera dei gas incondensabili perché, non essendo più in fase liquida dopo l’utilizzo nella turbina, non possono essere reiniettati nel serbatoio geotermico. L’anidride carbonica è il gas maggiormente presente che, nelle nostre zone, supera la quantità che emetterebbe un moderna centrale a gas. Se non viene rispettato l’obiettivo di ridurre le emissioni che hanno un effetto serra, manca il motivo di incentivare questa tipologia di impianti con lucrosi incentivi. Le emissioni in atmosfera includono altri gas maleodoranti e cancerogeni che in parte sono abbattuti mediante filtri. Lo schema impiantistico [21] si riferisce all’impianto “Nuova Latera” che mediante una caldaia che brucia 2 tonnellate all’ora di cippato surriscalda il fluido geotermico in entrata.



Gli impianti detti pilota ricevono incentivi più alti perché non emettono gas nell’atmosfera. Il calore viene sottratto al fluido geotermico mediante uno scambiatore di calore che lo trasferisce ad un fluido di servizio che attiva la turbina.



Rispetto agli impianti flash, quelli pilota costituirebbero un miglioramento perché reiniettano totalmente il fluido estratto e quindi non rilasciano gas in atmosfera. Ciò, secondo l'ENEL, non è possibile se l'anidride carbonica contenuta nel fluido geotermico supera l'1%. Nelle nostre zone è dell'ordine del 5% per cui la totale re-iniezione non è fattibile. Inoltre nel sottosuolo la situazione è peggiorativa perché richiede una grande movimentazione di fluido geotermico. Infatti per produrre un MW l'impianto di Castel Giorgio richiede 200 tonnellate all'ora, mentre Nuova Latera ne richiede 37.

### 3. La destinazione del territorio

Infine, è di fondamentale importanza l'opposizione della Cittadinanza, dei Sindaci e delle Associazioni ambientaliste che prevedono una diversa destinazione del proprio territorio.

## L'assemblea interregionale dei Comuni ribadisce il NO alla geotermia

85.000 ABITANTI

1.700 Km<sup>2</sup>

25 Comuni hanno detto NO

tutti i comuni, nessuno escluso, della vasta area umbro laziale che circonda gli impianti, in rappresentanza degli 85.000 abitanti di un territorio di 1.700 km<sup>2</sup>

NON SI DISCUTE GEOTERMIA  
SI O GEOTERMIA NO, MA  
DOVE SI E DOVE NO

- LA CITTADINANZA E I SINDACI SONO CONTRARI ALLA GEOTERMIA
- LA GEOTERMIA CONTRASTA CON LA VOCAZIONE DEL TERRITORIO
- INQUINA CON ARSENICO IL LAGO E LA FALDA USATA PER LA RETE POTABILE
- CONSUMA ACQUA DELL'ACQUIFERO
- IMMETTE IN ATMOSFERA SOSTANZE NOCIVE E MALEODORANTI (flash)
- AUMENTA IL RISCHIO SISMICO
- TOGLIE RISORSE ALLE STAZIONI TERMALI

VALE SEMPRE IL PRINCIPIO DELLA PRECAUZIONE

**Rete nazionale NO alla geotermia**  
speculativa e inquinante

Area del Permeabile di Rocca "Castel Giorgio - Torre Alfina"  
Coordinate UTM: Morsa Marche  
E 11 500000 N 42 400000  
E 11 500000 N 42 400000  
E 11 500000 N 42 400000

23

## Conclusioni

Il lago è la parte affiorante di un grande acquifero con il quale costituisce un corpo unico, come mostrano illustrazioni [1] e [2]. È un insieme non scindibile, non trattabile separatamente dal punto di vista ambientale.

Il lago e l'acquifero al quale appartiene sono aree sensibili e vulnerabili, esposti all'inquinamento di sostanze contenenti fosforo che giungono dall'alto sotto forma di liquami urbani e fertilizzanti agricoli che percolano nel terreno o dilavano dal bacino imbrifero. Sarebbero esposti anche all'inquinamento dal basso, causato da risalite di fluido contenente arsenico ed altre sostanze cancerogene, se venisse autorizzato lo sfruttamento geotermico con pozzi profondi.

Il lago di Bolsena è Sito di Interesse Comunitario (SIC) e Zona Speciale di Conservazione (ZSC). La normativa prescrive che in esso debbono essere applicate *“le misure di conservazione necessarie al mantenimento o al ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, degli habitat naturali”*. Ma è una normativa disattesa.

Purtroppo solo il lago è zona protetta come (SIC-ZSC). La protezione si estende, se pure in modo poco efficace, alla zona circostante in quanto la normativa prescrive che *“qualsiasi piano o progetto non direttamente connesso e necessario alla gestione del sito ma che possa avere incidenze significative su tale sito, singolarmente o congiuntamente ad altri piani e progetti, forma oggetto di una opportuna valutazione dell'incidenza che ha sul sito”*. L'esperienza di Castel Giorgio insegna che le valutazioni di incidenza sono assai discutibili.

Per avviare un programma di tutela e di ripristino efficace sarebbe opportuno che l'intero bacino idrogeologico fosse posto sotto tutela ambientale. Infatti il recente respingimento dell'impianto geotermico pilota di Torre Alfina da parte del Ministero ai Beni Ambientali dimostra l'efficacia del vincolo ambientale dove esistente. Rispetto al bene ambientale “Torre Alfina”, se pure importante, il bacino idrogeologico del lago di Bolsena appare più rilevante e meritevole di tutela.

Un intervento aggiuntivo potrebbe essere avviato dalla Provincia di Viterbo e dalla Regione Lazio presso il Governo per fare includere l'intera Provincia fra le zone non idonee per la geotermia, sia per la presenza dei laghi, sia per quella delle stazioni termali.

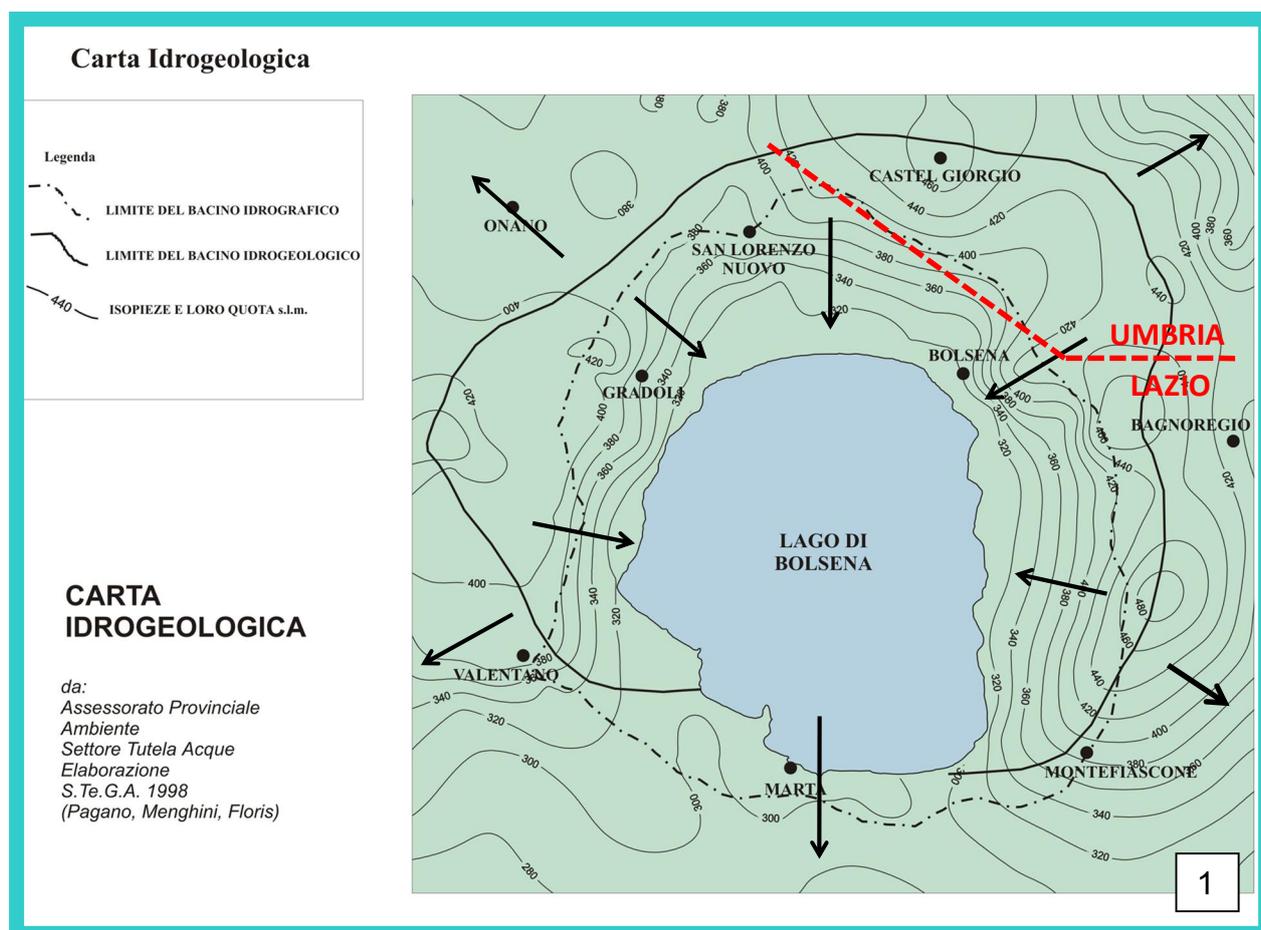
Tenuto conto dell'emergenza dell'eutrofizzazione in atto e dell'incombente monaccia della geotermia, chi ha il potere e dovere di decidere è bene che lo faccia al più presto.

Piero Bruni  
Associazione Lago di Bolsena

# STATE OF LAKE BOLSENA - 2017

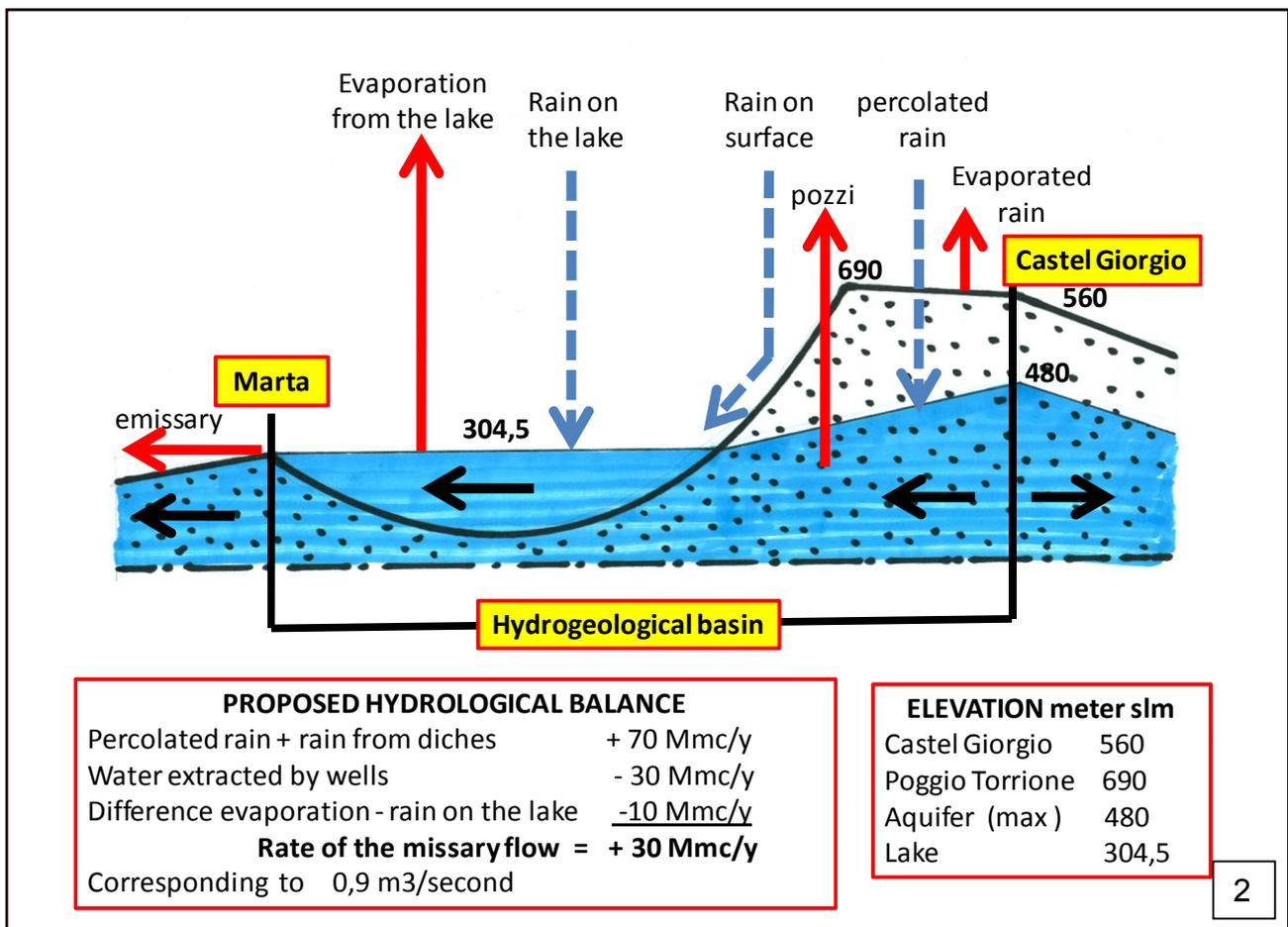
## 1. Eutrophication

Lake Bolsena, being of volcanic origin, differs from most lakes, in particular from those of the Alpine valleys. In these latter, the walls of the lake basin, being of impermeable rock, clearly delimit the space occupied by the water. The basin of Lake Bolsena, being porous and permeable, does not limit the space occupied by the water. In fact Bolsena lake is the outcropping part of a large aquifer.



The black line of the map [1] shows the limit of the aquifer that affects the lake: it is called hydrogeological basin or catchment area. The rains that fall inside it converge towards the lake, and from the lake the water flows to the Tyrrhenian sea, through the emissary Marta. The rain that falls outside the catchment area reaches the sea through other basins such as those of the rivers Tiber and Fiora. The dotted line indicates the watershed of the surrounding hills. The map shows the isopiezes, that is the elevation with respect to the sea of the aquifer. While the lake is at 304.5 meters above sea level, the aquifer, near Castel Giorgio reaches a level of 480 meters above sea level.

The North/South section [2] shows the hypogeum flow within the aquifer and the surface runoff along the ditches within the watershed. In the catchment basin part of the rain percolates in the underlying aquifer. The hydrogeological balance [3] is difficult to assess because the rain that falls on the ground partly evaporates on the surface, without reaching the aquifer. An approximate balance is hereby proposed comparing the past situation with the present one.



2

From the literature it is known that at the beginning of the last century the lake water's residence time was 120 years. It is also known that the evaporation from the lake's surface equaled the amount of rain. From these two considerations we may deduce that the annual water recharge from the emerged part of the basin, corresponded to 1/120 the volume of the lake (9.2 km<sup>3</sup>), ie 77 Mm<sup>3</sup>. Currently, as the rainfall has decreased by about 10%, we may assume that the recharge from the basin is actually reduced to 70 Mm<sup>3</sup>.

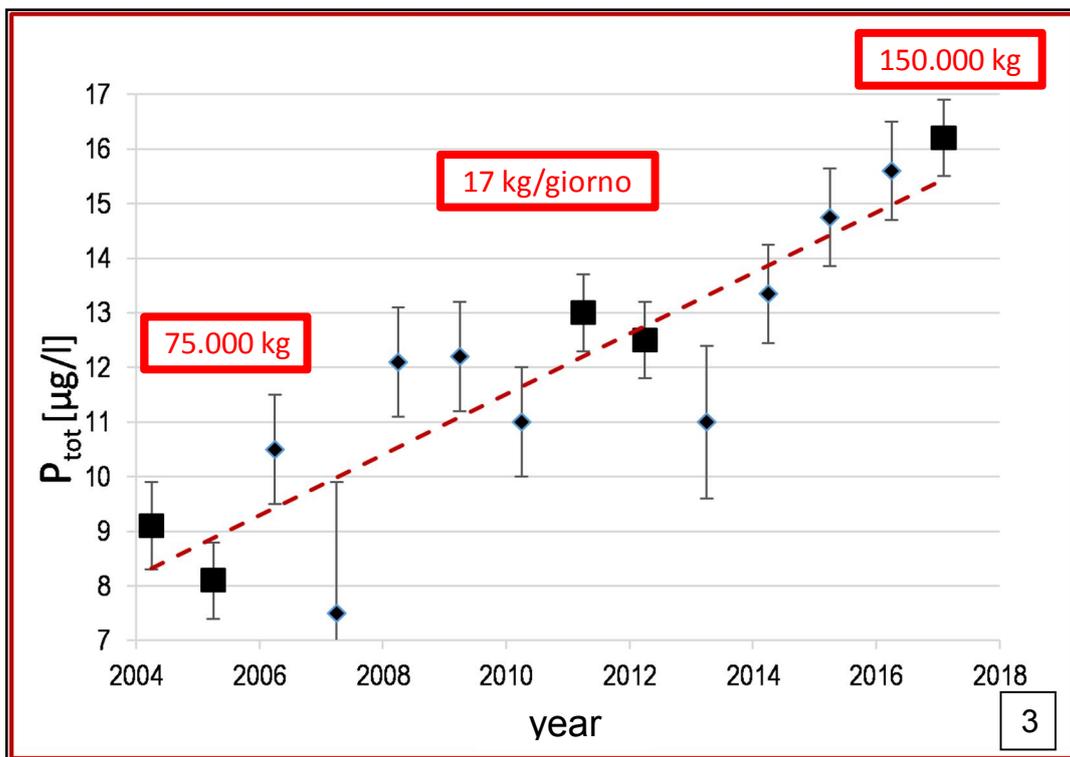
During the post-war period, more than 1000 wells for irrigation and drinking water were drilled in the basin, which subtract from the lake's recharge at least 30 Mm<sup>3</sup>. The residual recharge therefore amounts to 70-30 = 40 Mm<sup>3</sup>. On the lake surface a further reduction of 10 Mm<sup>3</sup> occurs on the lake due to difference between rain and evaporation. Therefore outflow through the emissary is 30 Mm<sup>3</sup>, corresponding to a flow rate of 0.9 m<sup>3</sup>/sec. At the beginning of the century the flow rate was 2.4 m<sup>3</sup>/sec, which explains why the residence time has increased from 120 to 300 years.

The disposal of pollutants through the emissary when the replacement time was 120 years was clearly ineffective, today, having increased to 300 years, the disposal through the outlet has become practically non-existent: everything that enters the lake will remain there forever, eventually deposited as sediment on the bottom.

In the hydrogeological basin there are no industries, the pollutants that reach the lake from the hydrogeological basin are of urban and agricultural origin. They contain plant nutrients, including phosphorus which is the main cause of the eutrophication process. Phosphorus increases the phytoplankton biomass, which in turn causes the increase in animal biomass. At the end of their lives, their mortal remains, vegetables and animals, descend

and settle on the bottom of the lake together with the phosphorus they have metabolized during their life time. To a greater quantity of phosphorus coming from the basin corresponds a greater accumulation of remains at the bottom of the lake. Here starts the process of decomposition that fixes at the bottom part of the phosphorus.

The ecosystem, despite the increasing the organic biomass, fails to break down all the amount of phosphorus that continuously arrives from the basin: a part of it remains in solution adding to the quantity not eliminated in the previous seasons. The amount of phosphorus that reaches the lake is not known, nor is it known how much the ecosystem breaks down. However, the concentration of phosphorus in the water's body is known by chemical analysis. Over the last 12 years, the total phosphorus concentration, expressed in  $\mu\text{g/l}$ , has doubled, as shown in the graph [3].



The measurement in  $\mu\text{g/l}$  does not make the problem clear enough, for which it is useful to convert this quantity in kg of phosphorus contained in the volume of the lake. It turns out therefore that the total phosphorus in the year 2005 was 75.000 kg while in 2017 it has increased to 150.000 kg. The daily increase in the considered period was 17 kg per day. In conclusion, the ecosystem naturally reduces an unknown quantity of phosphorus, but does not break down the excess of 17 kg/day that causes degradation. The only remedy is to identify the origins of excess and provide for its containment.

In the above situation, the dissolved oxygen in the body of water becomes important, particularly in the water layer at the bottom, which is in contact with the decomposing remains. The decomposition and the subsequent mineralization is a process that involves oxygen consumption. If the oxygen is insufficient and depletes, the decomposition by oxidation ends. The decomposition and mineralization slowly continue with a putrefactive anoxic process. This is a bad indicator of the lake status.

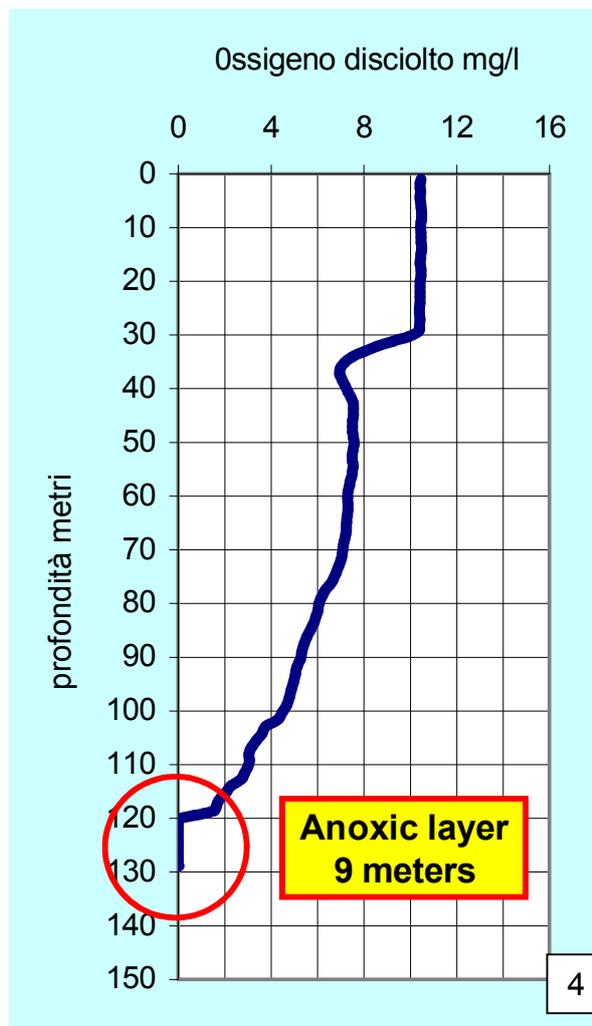
The oxygen dissolved in the water comes from the contact of the lake surface with the atmosphere. The oxygenated surface layer reaches the bottom when the lake is stirred by the strong northern winter winds, but the meteorological situation is not always favorable. In the graph [3] the years in which the complete remixing took place are indicated with a larger symbol, the absence of complete remixing may last up to 5-6 years. Lake of Bolsena is therefore a vulnerable environment not only because of the lake's long residence time, but also because of the unfavorable meteorological situation.



**Sediments at the bottom**

**LAKE IN GOOD HEALTH**  
 Demolition of the organic substance by means of aerobic bacteria. (oxidation)

**DEGRADED LAKE**  
 Demolition of the organic substance by means of anaerobic bacteria (putrefaction)



As shown in the graph [3], after the year 2012 there have been four years without remixing. In December 2016, a severe anoxia occurred, as shown in the registration carried out with a multiparametric probe [4]. Anoxia involves an additional degradation factor: the previously mineralized sediments can release soluble phosphorus that is added to the phosphorus coming from the basin. This is a supplementary "internal burden" that greatly accelerates the process of eutrophication.

Unusually at the beginning of 2017, a very strong and persistent northern wind oxygenated the whole column of water but, at the end of 2017, signs of anoxia at the bottom appeared again. It is therefore extremely urgent to reduce the arrival of phosphorus from the basin.

ARPA has issued an official table [5] on the state of the lakes of Lazio for the year 2015 from which we see that the ecological status of Lake Bolsena is "sufficient". According to the current legislation all the lakes that in 2008 were in "sufficient" status had to reach the

"good" status by 2015; for the lake of Bolsena the reverse occurred, it was in "good" state in 2008 and became "sufficient" in 2015.

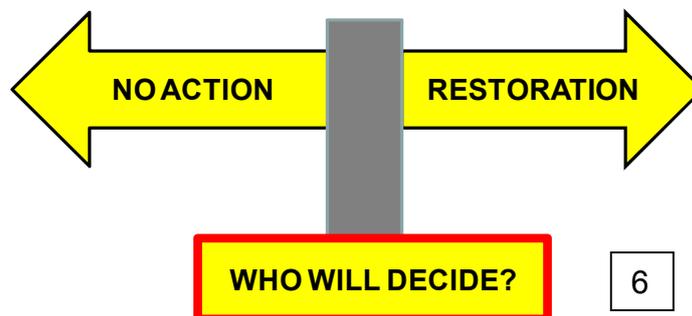
**ARPA LAZIO – Stato ecologico dei corpi lacustri – 2014 – 2015  
determinato secondo cinque classi di qualità:  
ELEVATO – BUONO – SUFFICIENTE – SCARSO - CATTIVO**

Stazione	Corpo idrico	Fitoplancton*	LTLecco	Tab 1/b	Parametri critici	STATO ECOLOGICO
L1.30	LAGO DI CANTERNO	Cattivo	Sufficiente	Buono		CATTIVO
L1.32	LAGO DI POSTA FIBRENO	Buono	Elevato	Buono		BUONO
L3.39	LAGO DI VENTINA	Sufficiente	Buono	Buono		SUFFICIENTE
L3.40	LAGO DI RIPASOTTILE	Cattivo	Sufficiente	Buono		CATTIVO
L3.41	LAGO LUNGO	Cattivo	Buono	Buono		CATTIVO
L3.42	LAGO DI SCANDARELLO	Buono	Buono	Buono		BUONO
L3.44	LAGO DEL TURANO	Buono	Sufficiente	Buono		SUFFICIENTE
L3.45	LAGO DEL SALTO	Sufficiente	Sufficiente	Buono		SUFFICIENTE
L3.57	LAGO DI PATERNO	Sufficiente	Sufficiente	Buono		SUFFICIENTE
L4.26	LAGO DI BRACCIANO	Elevato	Sufficiente	Buono		SUFFICIENTE
L4.27	LAGO DI MARTIGNANO	Elevato	Buono	Buono		BUONO
L4.28	LAGO DI NEMI	Sufficiente	Sufficiente	Buono		SUFFICIENTE
L4.29	LAGO ALBANO	Buono	Sufficiente	Buono		SUFFICIENTE
L5.30	LAGO DI BOLSENA	Elevato	Sufficiente	Buono		SUFFICIENTE
L5.34	LAGO DI VICO	Buono	Sufficiente	Sufficiente	Arsenico	SUFFICIENTE
L5.70	LAGO DI MEZZANO	Buono	Sufficiente	Buono		SUFFICIENTE

Tab. 1 – Stato ecologico dei corpi lacustri. Il calcolo del parametro "fitoplancton" si è basato sulla sola metrica "clorofilla" in quanto i metodi di calcolo del biovolume sono variati in corso d'opera rendendo i risultati difficilmente confrontabili.

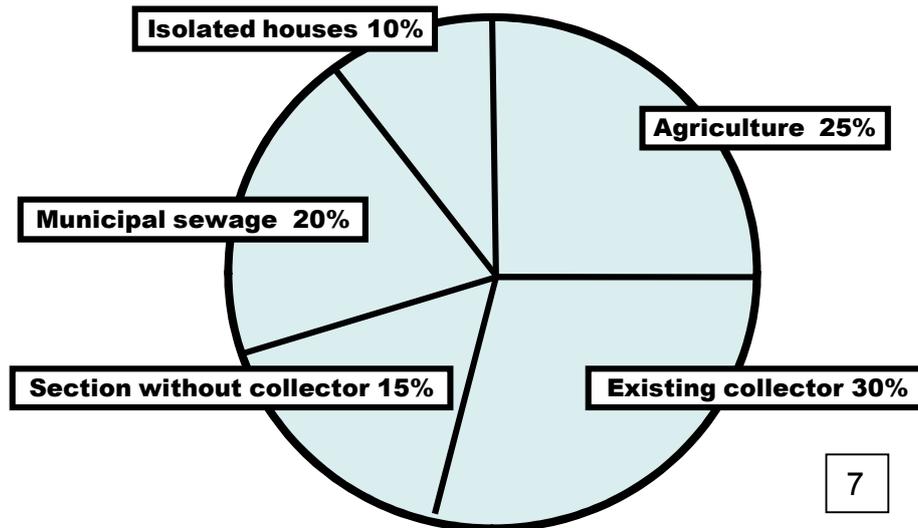
5

Regardless of legislation, the 2016 anoxic layer [4] demonstrates that the lake has reached an alarming eutrophic state. Continuing to pour into the lake 7 Kg/day of phosphorus [3] the "internal load" will worsen further and the degradation will become irreversible. We are at a crossroads [6] and a prompt and conscious decision is needed.



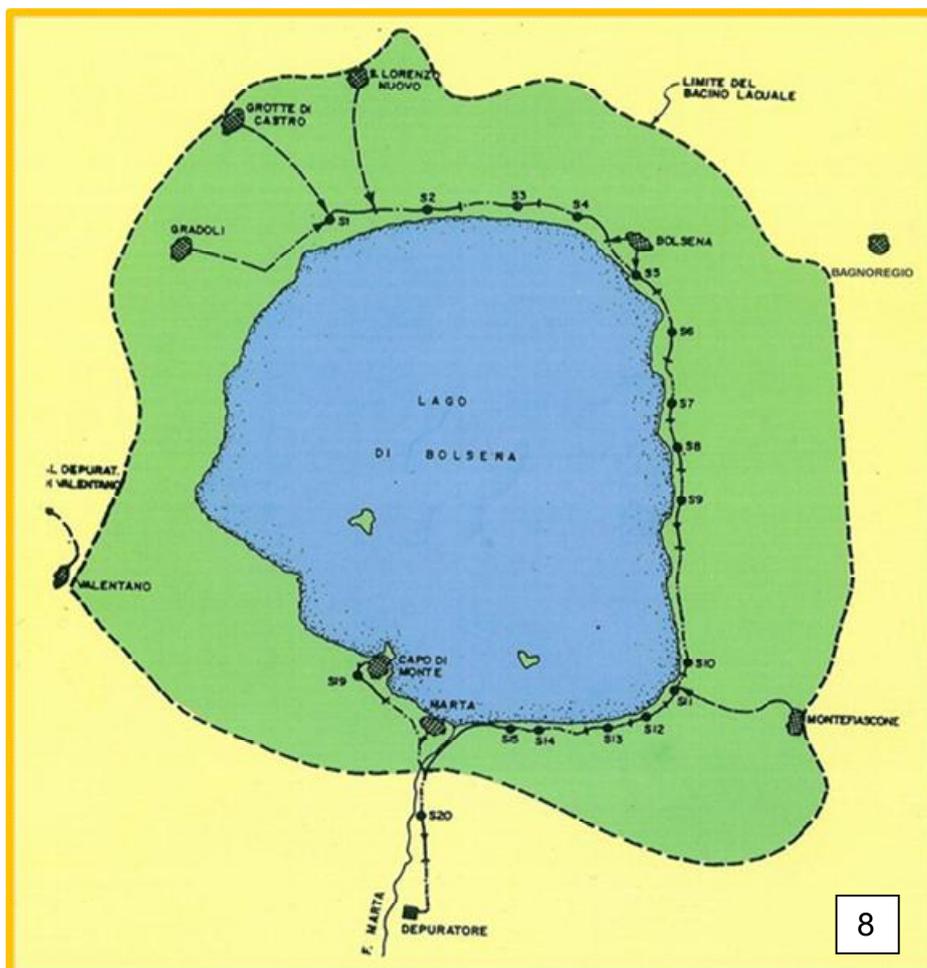
In order to attempt the path of restoration, it is first of all necessary to identify the origin of the exceeding 7500 kg of phosphorus that reached the lake from 2008 to 2017. The origin of the phosphorus, as previously anticipated, is of agricultural and urban origin. There are no studies to quantify the percentage of each cause, but the overall situation can be summarized by the following graph [7].

**Possible sources of 75.000 kg of phosphorous poured into Bolsena Lake from 2005 to 2017**



7

**Agriculture 25%** - In agriculture fertilizers, herbicides and pesticides are used. In the same activity, cattle and pig farms should be included. Phosphorus reaches the lake for percolation and runoff, in particular as a result of heavy rains. In order to reduce the contribution of phosphorus and chemical substances in the hydrogeological basin, the voluntary conversion into eco-compatible agriculture must be encouraged. Administratively, the situation is complicated by the fact that a significant part of the agricultural activity in the basin is carried out in the territory of the Umbria Region [1].



8

**Existing collector 30%** - This consists of a pipeline that collects the urban wastewater from 7 municipalities [8]. The sludge is driven by a succession of 20 pumping stations that take it out of the hydrogeological basin to a purifier located along the river Marta. The protection of the lake is entrusted to the collector and pumping stations. Any failure of the sewage treatment plant does not affect the lake, but only the river. The collector and the purifier are managed by a consortium among the municipalities (COBALB), while the sewers are managed by the individual municipalities.

The attribution to the collector of 30% of the phosphorus arrival is due to numerous spills of the collector due to: pumping station failures; heavy rainfall flowing into the collector; pipeline leaks, and so on. Photo [9] shows the final section of the pipeline at station 20. The pipe releases the sludge into the river, instead of sending it to the purifier, which anyway is out of service. This release of sludge into the river has lasted almost one year. The pollution reaches the shore of the Tyrrhenian Sea.



Presso Stazione 20  
Data: 22/12/17  
Coordinate foto  
42°21'22" N,  
11°55'08" E  
Portata circa 5 l/sec

The release does not concern the lake but there is the suspicion of severe leaks also in the lake because the flow rate at station 20, being of the order of 5 liters/sec, appears too low as compared to the 32600 residents served by the collector. This suggests that there are many losses in the whole sewage collection system.



Presso stazione 9  
Data 2/1/2018  
Coordinate foto  
42°35'11.7"N  
11°59'43.7"E  
Portata circa 7 l/sec

Along the lakeside there are visible losses coming from the collector and some municipal sewers. At station 9 there is a large flow of sewage towards the lake [10]. Perhaps it is the entire rate of flow collected upstream.



Proceeding along the lake there is a loss from a substation that discharges part of the sewage of S. Lorenzo into a ditch [11]. Part of the losses are not visible because they are submerged: we know they exist from olfactory manifestations.

**Municipal sewage 20%** - This is due to leaking pipes or missing connections to the main collector pipeline. Photo [12] was taken at the end of summer when the tourist load was high. We see the manhole that overflows with sewage. Photo [13] was taken in winter when the slurry load was lower or after the inconvenience was repaired.



Da Montefiascone  
 Data 1 Settembre 2017  
 e 2 gennaio 2018  
 Coordinate foto  
 42°36'09.7"N  
 11°59'53.1"E

Photo [14] is an example of permanent unloading in the ground during the winter season. The flow increases considerably during summer.



Quartiere S.  
 Antonio  
 Data 2/1/2018  
 Coordinate foto  
 42°36'09.7"  
 N 11°59'53.1"E)

Photo [15] shows the loss of a municipal sewer that took place years ago, which in the specific case was promptly repaired by the Municipality. After repair people forget about the failure, thinking the problem is over. The lake does not forget: it memorize each failure as reported in graph [3]. Nor will forgive the phosphorous influx while waiting for the repair of the main collector and other sewerage losses.



Furthermore, the sludge losses in the lake are the cause of a serious collateral health effect due to their content in fecal bacteria. The remote alarm system is a total disaster, consequently losses are not communicated to ARPA which is not therefore in the condition to impose mandatory bathing bans. COBALB has been reported to the Attorney for pollution of the lake and the shore of the Tyrrhenian beaches near the outlet of the emissary river.

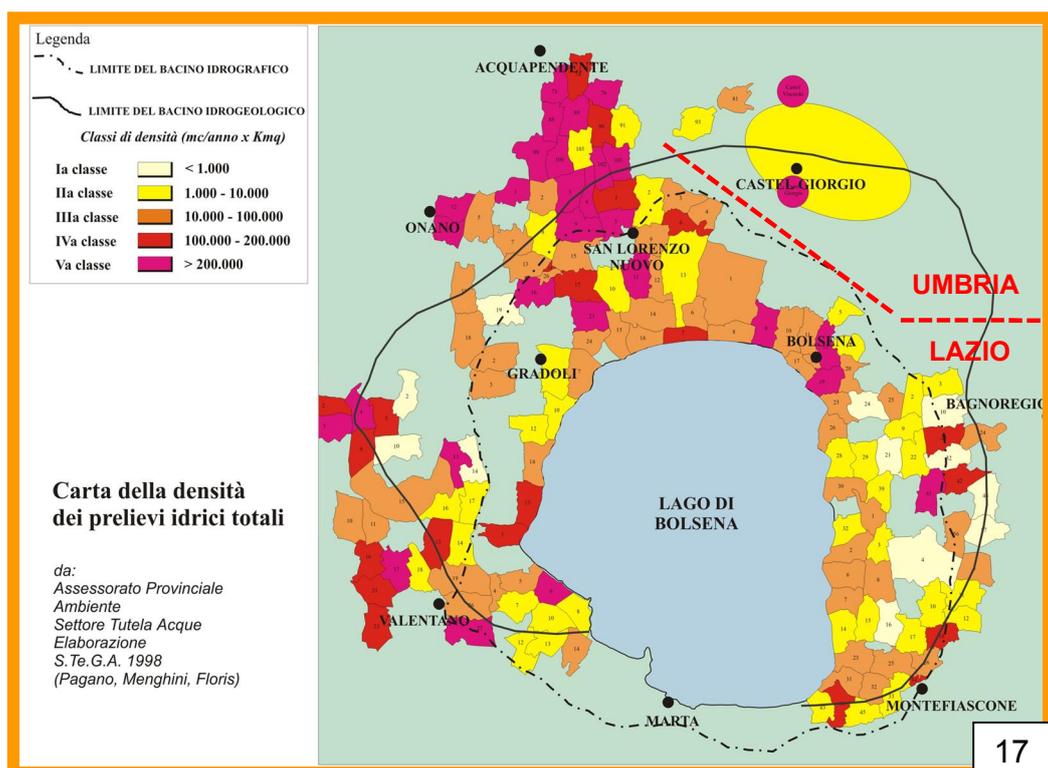
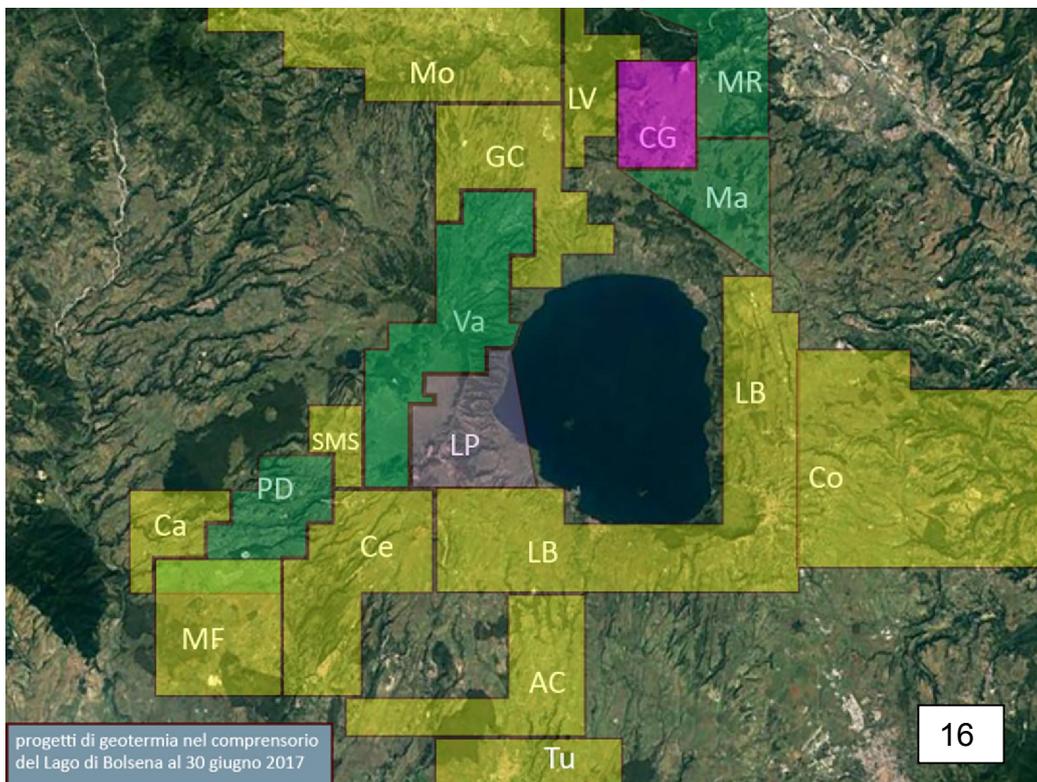
**Isolated houses 10%** - It is estimated that isolated houses are of the order of 300, often farms or tourist accommodations. They use biological pits which are losing polluted liquid percolating in the aquifer then reaching the lake. Also for this type of pollution the contribution of phosphorus from the Umbria region is unknown. There is no independent body that certifies and checks the regularity of all discharges.

**Section without collector 15%** - in this area there are numerous tourist activities and restaurants. An eventual additional collector should link up with the pumping station near Capodimonte, but it should cross the area of Mount Bisenzio, on which there is an archaeological zone. As an alternative to the collector, local phyto depurators could be installed.

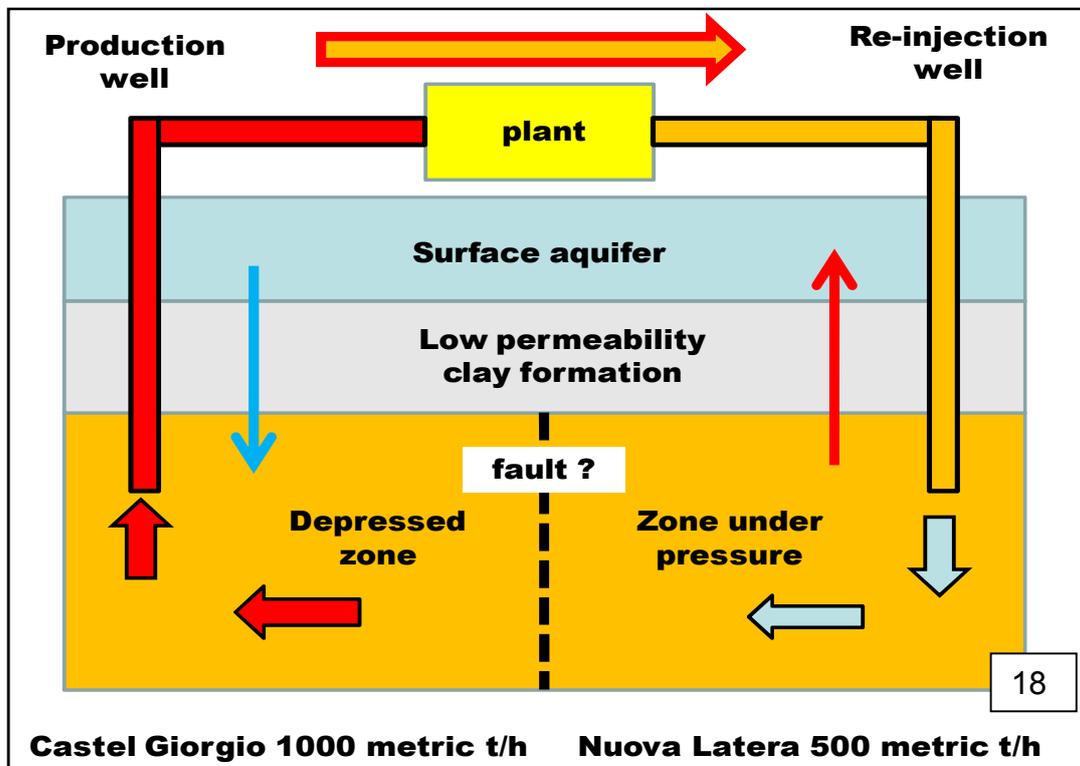
Citizens make a big confusion among the three different types of pollution: (a) pollution related to bathing, caused by bacteria contained in urban sewage; (b) eutrophication, due to phytoplankton fertilizers, such as phosphorus, which degrade the ecological state of the lake in a slow but lasting way; (c) chemical pollution, currently not present, but which could occur if geothermal plants would be authorized, which would cause the presence of arsenic and other carcinogenic substances in the aquifer and in the lake. COBALB ensures that the collector will be repaired by April 2018, for which sewage losses and pollution related to bathing will cease, at least for the part attributable to the collector. As far as eutrophication is concerned, it will take a very long time to restore the lake to the "good" status. There is no hope that the repair of the existing collector will solve all problems of eutrophication: it is necessary to intervene also on all the other causes [7].

## 2 – Geothermal projects

Map [16] indicates the geothermal projects in the area surrounding Lake Bolsena. Most of them are located in the same areas from which water is drawn for drinking and irrigation purposes [17]. The map does not report the situation in Umbria, but there are also large withdrawals from it. It is a situation that deserves extreme attention due to the danger of pollution of the aquifer and the increase in risk, as well as the possible damage to nearby thermal activities.



The process of the various types of geothermal power plants, currently in use, have in common that they take in the reservoir rock high temperature fluid by mean of production wells and, after having extracted heat from the fluid, they return it cooled to the same rock, by mean of re-injection wells [18]. The extraction and re-injection are carried out at a distance of a few kilometers so that the fluid can re-heat itself in the hypogeum return path between the reinjection zone and the production area.

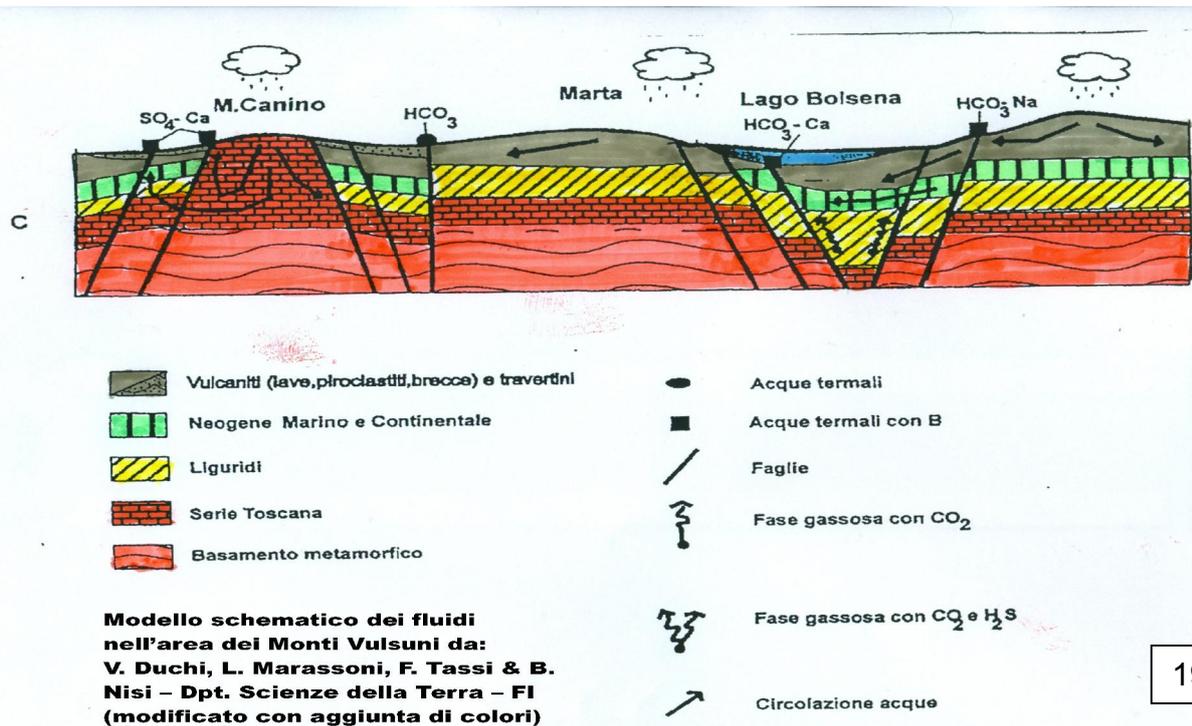


The process is based on two hypotheses: (a) the geothermal fluid can return freely from the reinjection zone to the production one: (b) the rock covering the geothermal reservoir has no permeability, thus preventing hydraulic communication between the geothermal reservoir and the surface aquifer. Both hypotheses are very questionable.

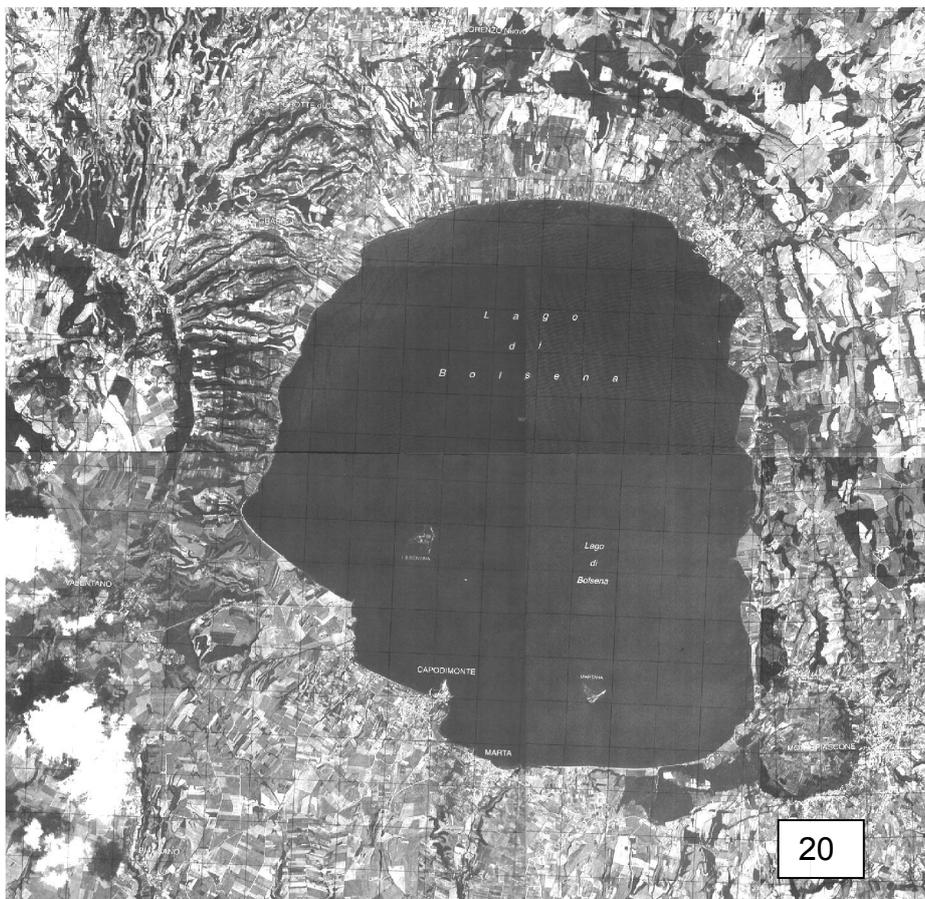
The volcanic zone under consideration, being a caldera, has plentiful faults which may obstruct horizontal flow. In such a case instead of a return from injection to production wells there would be a transfer of geothermal fluid from one section to another one. These are huge quantities: for example, the Castel Giorgio plant would extract and re-inject 1000 tons per hour of geothermal fluid for many years. It would create a thermal and pressure unbalance between two compartments separated by faults thus increasing the seismic risk. Concerning the fact that faults can create watertight compartments see the work of Vignaroli and others, published on Tectonophysics in 2013, related to the nearby Alfina area. Since it is not possible to predict the effectiveness of the recirculation, the application of the precautionary principle should be compulsory .

Furthermore the faults can facilitate vertical communication between the geothermal reservoir and the superficial aquifer. In fact the rock cover is not impermeable as demonstrated by the numerous thermal facilities in the area. As the geothermal fluid contains high percentages of arsenic, the risk of contamination of the drinking network and the lake is very high.

The geological section [19] is a schematic model showing lake Bolsena and the circulation of fluids in the Vulsini area. Note the presence of numerous faults in the area of the caldera and the ascent of gas along the faults.



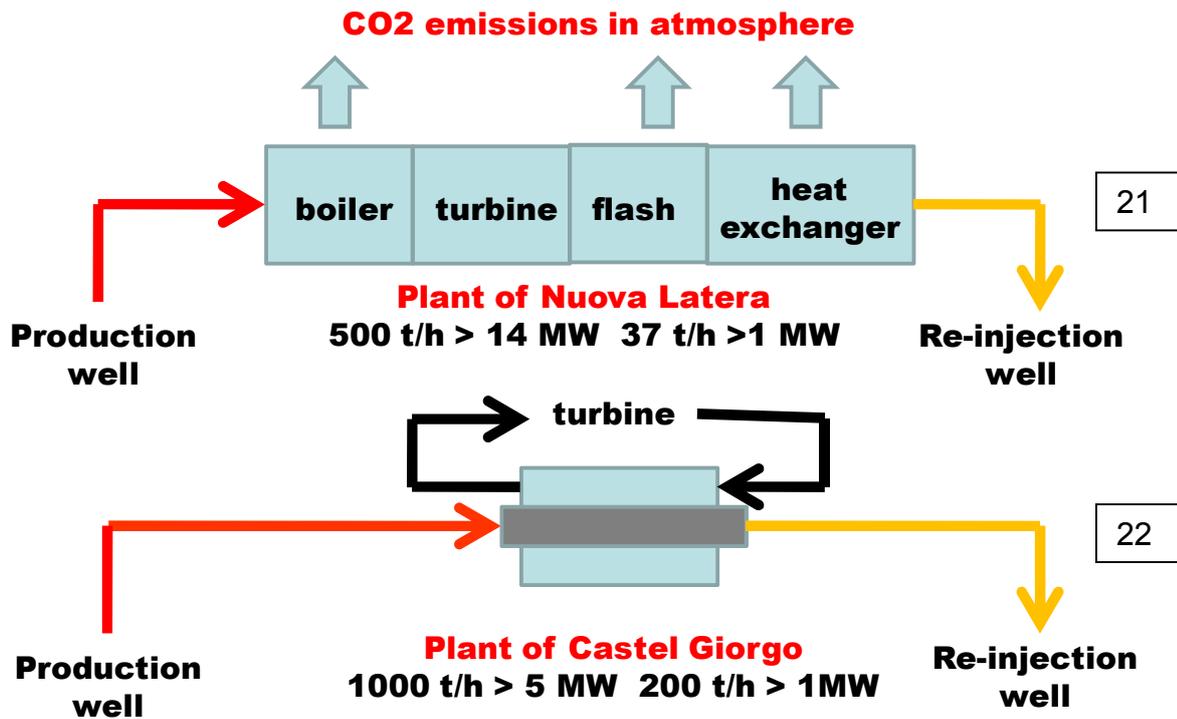
19



20

The satellite photo [20] shows at east the presence of concentric steps, parallel to the coast of the lake, which attest the numerous faults. To the west, the steps are not visible because they are covered by the ashes of the Latera volcano

Most of the geothermal plants are of the so-called "flash" type. They release incondensable gases into the atmosphere because they cannot be re-injected into the geothermal tank. Carbon dioxide is the most present gas that, in our areas, exceeds the amount that would be emitted by a modern gas plant. The objective of lucrative incentives is the reduction of damaging emissions. When this is not respected, there is no reason to incentivize this type of plant. Atmospheric emissions include other malodorous and carcinogenic gases that are only partly killed by filters. The plant layout [21] refers to the "Nuova Latera" plant which, by means of a boiler that burns 2 tons per hour of wood chips, overheats the incoming geothermal fluid.



The plants called "pilot" [22] receive higher incentives because they do not emit gas into the atmosphere. The heat is subtracted from the geothermal fluid by mean of an exchanger which transfers the heat to a service fluid which activates the turbine.

As compared to the flash plants they are apparently an improvement for not releasing gas into the atmosphere, under the condition that CO<sub>2</sub> in the geothermal fluid does not exceed 1%. The reservoir of Castel Giorgio contains about 5% of CO<sub>2</sub>. According to the opinion of the ENEL experts reservoirs containing over 1% of CO<sub>2</sub> are not suitable for full reinjection. In the subsoil the situation of the "pilot" plants is pejorative because it requires a greater movement of geothermal fluid. In fact, to produce one MW the Castel Giorgio plant requires 200 tons of fluid per hour, while Nuova Latera requires 37.

The Castel Giorgio plant has five production wells and four reinjection wells. As clearly specified in the project, the production wells extract geothermal fluid from under the Tiber basin in Umbria and re-inject it under the hydrogeological basin of Lake Bolsena. The Lazio region, the Province of Viterbo and the Municipality of Bolsena would become therefore the site of the waste from the Umbria region with all the consequences related to the arsenic pollution.

## Conclusions

The lake is the outcropping part of a large aquifer with which it forms a single body, as shown by the first two illustrations of this report. It is a non-separable whole, which from the environmental point of view cannot be treated separately because the pollution of the aquifer soon or later will reach the lake. Lake Bolsena is very vulnerable because of the extremely long water resident time.

The aquifer is exposed to the pollution of substances containing phosphorus that come from above, in the form of urban sewage and agricultural fertilizers. It would also be exposed from below by rising fluid containing arsenic and other carcinogens if geothermal exploitation with deep wells would be authorized.

Lake Bolsena is Site of Community Interest and Special Area of Conservation. The legislation prescribes that in those area must be applied "the conservation measures necessary for the maintenance or restoration, in a satisfactory state of conservation, of natural habitats". But this regulation is disregarded.

The protection is limited just to the lake. The law prescribes that any plan or project that may have significant effects on the site, is subjected to an appropriate Environmental Impact Evaluation on the site. However experience shows that the impact evaluations are very questionable.

To start an effective protection and restoration program, it would be proper to place the entire hydrogeological basin under environmental protection. In fact, the recent rejection of the Torre Alfina geothermal plant demonstrates the effectiveness of the environmental protection which had been applied. Compared to "Torre Alfina", the hydrogeological basin of Lake Bolsena appears more relevant and deserving equal protection.

An additional intervention could be requested by the Province of Viterbo and the Lazio Region to the Government in order to obtain the entire province included among the areas not suitable for geothermal energy. Whoever has the power and the duty to decide should take action as soon as possible.

Finally, the compact opposition of the Mayors, the Citizen and the Environmental Associations, that foresee a different destination of their territory, is of fundamental importance.

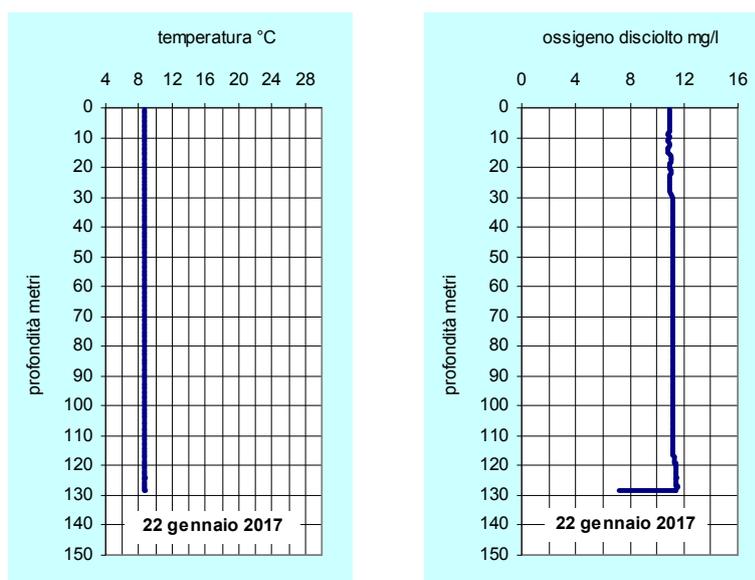
Piero Bruni  
Associazione Lago di Bolsena

## Breve cronistoria degli avvenimenti del 2017

Il 2016 si è concluso con una grave mancanza di ossigeno nello strato d'acqua a contatto con il fondo del lago [4].

In **gennaio** 2017, durante la prima settimana, fortunatamente ed insolitamente, di si è manifestato un fortissimo vento di tramontana che si è protratto, salvo brevi interruzioni, per tre settimane. Il lago si è ben rimescolato e ossigenato cancellando completamente l'anossia. La potente ricarica di ossigeno su tutta la colonna d'acqua non poteva modificare il contenuto di fosforo nel lago, ma ci ha offerto un paio di anni di pausa per provvedere alle migliorie del sistema fognario. Cosa che invece non è stata fatta.

In **febbraio**, essendo cessata la tramontana, abbiamo eseguito una registrazione multiparametrica e preso campioni di acqua a sette profondità nella solita stazione pelagica fra Capodimonte e Bolsena. Come si vede dalla registrazione che segue, l'ossigeno ha la massima concentrazione su tutta la colonna d'acqua. Al fondo (m 129) l'ultima lettura non è significativa perche il sensore dell'ossigeno è immerso nel fango. Il fatto che la concentrazione dell'ossigeno sia uguale a tutte le profondità dimostra che vi è stato un rimescolamento totale del corpo d'acqua.



Fosforo Totale nel periodo di massimo rimescolamento in µg/l															
m	%	2004	2005	2006	2007*	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0	12	9	8	9	6	9	11	9	13	11	9	8	10	8	16
20	15	9	9	9	7	10	10	10	12	12	9	8	11	8	16
30	14	9	8	9	6	11	10	7	13	12	9	7	12	8	17
50	28	9	8	11	4	10	9	10	13	13	10	7	12	10	16
100	23	9	8	12	7	15	16	14	13	13	12	23	19	28	16
115	5	10	8	12	13	21	21	16	13	12	16	31	31	36	17
130	3	11	8	12	37	23	25	21	13	12	26	47	32	42	16
media p		9,1	8,1	10,5	7,5	12,1	12,2	11	13	12,5	11	13,3	14,8	15,6	16,2

La tabella mostra la concentrazione del fosforo totale misurata in sette campioni di acqua alle profondità indicate nella prima colonna. L'ultima colonna riporta la concentrazione del fosforo totale secondo le analisi chimiche effettuate sui campioni prelevati il 22 Febbraio. Come si vede la concentrazione è praticamente uguale a tutte le profondità, fatto che conferma l'avvenuto rimescolamento totale, e che la concentrazione media è di 16,2 µg/l per l'intero volume del lago. La tabella indica i risultati delle analisi effettuate nel corso di 12 anni i cui risultati sono riportati nel grafico [3]. La profondità di 130 m rappresenta simbolicamente il fondo, dato che la profondità si misura dalla superficie e quindi dipende dal livello del lago, che è variabile.

Sempre in febbraio è stato pubblicato in quattro lingue l'opuscolo sullo stato ecologico del lago di Bolsena anno 2016. Il testo multilingue deve al fatto che nel 2016 era stato costituito Comitato di Cittadini Europei, italiani e stranieri, residenti o frequentatori del comprensorio lacustre, denominato Bolsena Lago d'Europa (BLEU). La nostra Associazione assieme al BLEU ha chiesto al Prefetto di organizzare un tavolo di esperti al fine di valutare, assieme agli organismi ufficiali ed in particolare l'ARPA, se effettivamente esiste una grave situazione di degrado in atto e se i provvedimenti previsti dalla Regione Lazio sono adeguati per superarlo, anche in considerazione che il lago di Bolsena è Zona Speciale di Conservazione (ZSC) per cui in base alla vigente normativa è obbligatorio il ripristino e la conservazione dell'habitat.

In **marzo** ha avuto luogo la richiesta riunione in Prefettura, presieduta dalla Vice Prefetto Dr.ssa Amalfitano. Erano presenti tre funzionari della Provincia di Viterbo, due tecnici dell'ARPA, due professori dell'Università della Tuscia, il direttore del COBALB e tre rappresentanti delle associazioni ambientaliste. Il verbale della riunione riporta che tutti i presenti, inclusi i rappresentanti dell'ARPA, hanno convenuto sulla esistenza della grave situazione di degrado in atto, manifestata dallo strato anossico al fondo e dal crescente aumento della concentrazione di fosforo totale.

La riunione è stata di fondamentale importanza perché era in corso una richiesta di audizione da parte della Associazione Lago di Bolsena presso la Commissione Europea per le petizioni. La Commissione era incerta se organizzarla perché riceveva informazioni contrastanti, da una parte la nostra Associazione che affermava una situazione di emergenza, dall'altra le autorità italiane che informavano che il lago era in buono stato. L'invio del verbale della riunione in Prefettura alla Commissione europea è stato determinante per fissare l'audizione presso la commissione per le Petizioni a Bruxelles.

In **aprile** si è saputo che l'isola Bisentina era in vendita. Abbiamo ottenuto un incontro a Roma con la Dirigente per i Beni Ambientali al fine di assicurare il massimo della tutela. Fra i vari possibili acquirenti vi erano dei russi che l'hanno più volte visitata con un elicottero. Alla fine l'isola è stata acquistata dalla Fondazione Rovati che è proprietaria a Milano di un museo etrusco.

In **maggio** sono arrivati tre professori dell'università di Weimar con alcuni studenti che abbiamo invitato e ospitato per avere la loro opinione sullo stato del lago. Sono rimasti più di una settimana. Dopo aver visitato il lago e il sistema fognario e consultato vari esperti sono tornati in Germania da dove ci hanno inviato una loro relazione la cui conclusione è: *"lo stato ecologico è allarmante ma non irreversibile. Potrebbe diventarlo con una rilevante*

*immissione di fosforo. Conseguentemente debbono essere presi immediati provvedimenti per evitare un ulteriore degrado”.*

In **giugno**, le giornate dell’ambiente del 3, 4 e 5 giugno sono state occasione per diverse manifestazioni pubbliche da parte delle associazioni ambientaliste fra le quali BLEU e la nostra, in particolare a Bolsena.

L’impianto geotermico di Castel Giorgio ha avuto dai ministeri tutte le autorizzazioni necessarie. È rimasta pendente l’autorizzazione finale della Regione Umbria, detto “atto di intesa”. In merito a quest’ultimo la Regione ha approvato la seguente criptica delibera *“l’atto di intesa non può prescindere da un accordo del Ministero dello Sviluppo Economico con gli enti locali per una soluzione condivisa delle problematiche territoriali emerse in merito alla realizzazione dell’impianto geotermico”*. La Giunta sembra scusarsi con qualcuno per non poter concedere il consenso al progetto geotermico “per colpa” della contestazione della popolazione e dei 25 Sindaci del comprensorio. Invece di dimostrare solidarietà verso di loro deliberando un definitivo NO all’atto d’intesa, come era in suo potere e dovere, ha preferito restituire la patata bollente al Ministero. L’atto di intesa è rimasto su un binario morto, ma può essere deliberato in ogni momento.

In **luglio** ha avuto luogo la citata audizione a Bruxelles presso la Commissione Petizioni. Non si è presentato il rappresentante della Commissione Ambiente che doveva eventualmente contestare le nostre osservazioni, ma la Commissione ha ugualmente deliberato di mantenere aperta la procedura finché il sistema fognario sarà completamente riparato. Ha fatto seguito una corrispondenza fra noi e la Commissione Ambiente che non si è ancora conclusa. Sempre in luglio abbiamo collaborato con Lega Ambiente per campionare la microplastica presente nel lago. È stato un lavoro di molte ore sotto il sole per trainare lentamente con la nostra imbarcazione un grande micro filtro. Ecco i risultati per cinque laghi espressi in densità media di particelle di microplastica per km<sup>2</sup>: Iseo 40.000; Maggiore 39.000; Bolsena 27.000; Garda 26.000; Albano 4.000.

Sempre in luglio sono state presentate dall’Associazione Lago di Bolsena le osservazioni contrarie all’impianto geotermico di Nuova Latera. Sono state presentate anche le osservazioni contrarie redatte dal Prof. Borgia, incaricato dal coordinamento dei sindaci dell’alta Toscana.

In **agosto** ha avuto luogo una riunione pubblica presso il palazzo del Drago, ospiti del nostro Presidente Onorario Principe Ferdinando del Drago. Sono state presentate le criticità del lago.

In attesa della redazione della carta idro-geo-termica, la Regione Lazio ha sospeso per sei mesi i procedimenti di competenza regionale per il rilascio dei permessi di ricerca relativi alle risorse geotermiche ad alta, media e bassa entalpia. Non soltanto il rilascio di nuovi permessi di ricerca, ma anche delle proroghe dei permessi esistenti.

La scarsità di pioggia non ha consentito mantenere il livello del lago entro i limiti programmati. Il livello è sceso 20 cm sotto il programma, poi aumentati a 30. Per il lago di Bracciano si è registrato l’abbassamento di quasi due metri, dovuto anche ai prelievi di acqua per la rete idrica di Roma.

In **settembre** abbiamo pubblicato una lettera aperta diretta ai Sindaci di Bolsena e Capranica che erano candidati alla presidenza della Provincia di Viterbo. Ambedue hanno pubblicamente dichiarato che se eletti saranno sostenitori della tutela dell'ambiente lacustre e oppositori alla geotermia con pozzi profondi. È stato eletto Presidente il Sindaco di Capranica Pietro Nocchi che ha confermato il suo impegno convocando una riunione pubblica, realizzata in Gennaio.

Il Dott. Volpe del CNR di Pallanza ha inviato una interessante nota sulla possibilità di ottenere finanziamenti europei tramite i progetti LIFE. Occorre la compartecipazione finanziaria italiana e quindi è necessario attendere l'esito delle elezioni di Marzo. Sempre in settembre abbiamo fatto un seminario a Pallanza sul lago di Bolsena.

In **ottobre** sono iniziati gli incontri per organizzare il progetto didattico "Conoscere il lago di Bolsena". Il resoconto di questa attività è a pagina 2. Oltre alle lezioni rivolte agli alunni, si è pensato di prevedere un corso di aggiornamento per i docenti di tutti gli Istituti Comprensivi del territorio lacustre. Per fare in modo che i docenti ottenessero dei crediti formativi, il corso di formazione è stato accreditato dal Ministero dell'Istruzione grazie alla collaborazione che l'Associazione Lago di Bolsena ha messo in atto con il LABFORM, che è il settore preposto alla formazione dell'Università della Tuscia.

L'attività didattica è stata spostata dal Museo della Navigazione di Capodimonte alla Cascina, che è stata attrezzata con proiettore.

In **novembre** abbiamo fatto due conferenze sul lago e sulla geotermia, una all'Istituto Tecnico di Acquapendente e una a Grotte di Castro presso il caffè Minerva su richiesta di una associazione locale. Abbiamo sottoscritto una delega per il contratto di lago.

In **dicembre** è arrivato il regalo di Natale. Il consiglio dei Ministri ha negato l'autorizzazione all'impianto pilota geotermico "Torre Alfina" nel Comune di Acquapendente, proposto da ITW&LKW Geotermia Italia. Il diniego è stato motivato da un vincolo ambientale confermato dal Consiglio di Stato dopo una causa presentata dal proponente presso il TAR.

Il merito del successo va attribuito al proprietario del terreno sul quale doveva essere costruita la centrale e per il quale il proprietario era riuscito ad ottenere il vincolo di tutela ambientale. Si deve anche alla solidale opposizione dei Sindaci e dei cittadini e anche alle associazioni ambientaliste, inclusa la nostra, che aveva presentato al Ministero dello Sviluppo Economico e al Ministero all'Ambiente delle valide opposizioni tecniche.

Lo stesso proponente ITW&LKW sopra citato è titolare della concessione confinante di Castel Giorgio, tuttora tenuta sul binario morto dalla Regione Umbria. Teoricamente il Presidente della Provincia di Viterbo e il Sindaco di Bolsena hanno in mano la carta vincente: l'impianto di Castel Giorgio preleverebbe fluido geotermico da sotto il bacino del Tevere in Umbria e dopo avergli sottratto calore lo riverserebbe sotto il bacino del lago di Bolsena nel Comune di Bolsena. Il Lazio diventerebbe la discarica dell'Umbria. Una vertenza presso il TAR chiuderebbe definitivamente la vicenda Castel Giorgio!

Piero Bruni

ASSOCIAZIONI PRO LAGO DI BOLSENA

[www.bolsenaforum.net](http://www.bolsenaforum.net)

[bruni@bolsenaforum.net](mailto:bruni@bolsenaforum.net)

<http://bolsenalagodeuropa.jimdo.com>

[bolsenalagodeuropa@posteo.net](mailto:bolsenalagodeuropa@posteo.net)

<http://lporticella.jimdo.com>

[lporticella@libero.it](mailto:lporticella@libero.it)