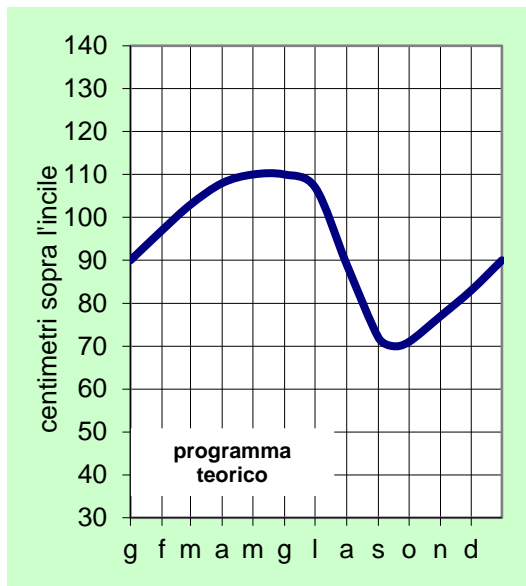


# IL LIVELLO DEL LAGO DI BOLSENA

**Premessa** – Siamo a metà settembre 2022 e il lago sta registrando un livello minimo storico dovuto essenzialmente ad un periodo di siccità. Il livello è stagionalmente variabile: aumenta nel periodo invernale a causa della maggiore piovosità, mentre diminuisce in estate quando domina l'evaporazione. Per fare un confronto significativo si deve comparare il livello attuale con quello che era nello stesso mese durante gli anni precedenti e non con quello che era all'inizio dell'anno.

Il livello del lago viene normalmente riferito all'incile che è una soglia di pietra che si trova a Marta alla base delle bocchette, che indica dove finisce il lago e inizia il fiume emissario. Ovviamente se il livello del lago scende sotto la soglia d'incile l'acqua del lago cessa di defluire nell'emissario e ciò è una indicazione gravissima perché significa che i prelievi di acqua per uso irriguo e potabile superano la ricarica. In altre parole il lago ha già dato più di quanto poteva e non è immaginabile che altra acqua possa essere data per la conversione di ulteriori colture tradizionali in intensive irrigue o, ad esempio, per alimentare l'acquedotto di Roma come accaduto per il lago di Bracciano.



A seguito di studi è stato stabilito che il livello massimo del lago deve raggiungere, a metà giugno, 110 centimetri rispetto all'incile, se non si vuole che scenda sotto al livello minimo di 70 cm a metà settembre. Nell'angolo a ponente del porto di Capodimonte è fissata una stadia che indica il livello del lago rispetto all'incile. Nelle vicinanze è affisso un grafico che indica il livello teorico ottimale nel corso dell'anno, dove il livello medio è di 90 cm: più 20 cm nei mesi primaverili e meno 20 cm nei mesi autunnali.

Osservando il grafico si comprende che a partire da metà luglio il livello, qualunque esso sia stato, scenderà di 40 centimetri a causa dell'evaporazione e dell'aumento dei consumi. Ne consegue che se nel periodo piovoso invernale, per scarsità di pioggia, o per una improvvisa

gestione delle paratie delle bocchette non è stato raggiunto il livello di 110 centimetri il livello scenderà sotto la quota minima prevista di 70 cm, come sta ora accadendo: siamo a 35 cm sopra l'incile nonostante le paratie siano chiuse.

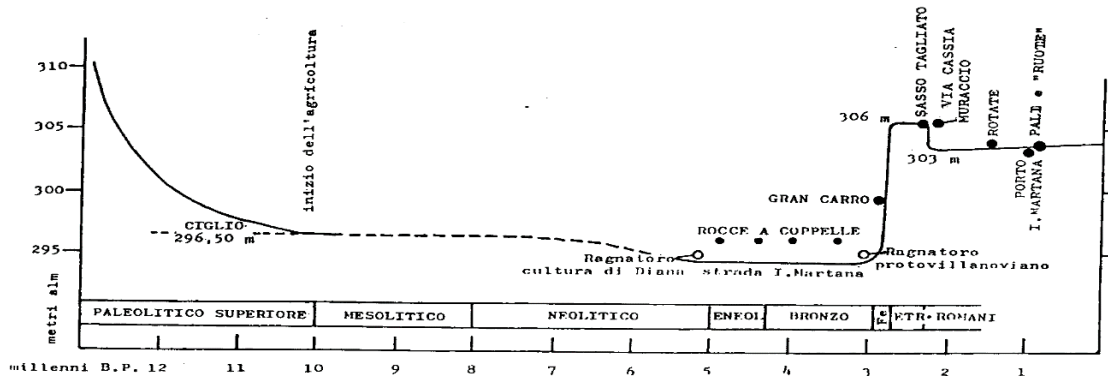
Normalmente l'evaporazione supera la quantità di pioggia che cade direttamente sul lago. Il deficit è compensato dall'acqua dei fossi e da quella contenuta nella porosità del bacino circostante dal quale l'acqua scende verso il lago per vie sotterranee. Una notevole quantità di acqua viene prelevata a monte da oltre un migliaio di pozzi, sottraendola al deflusso sotterraneo verso il lago per cui, se non piove abbastanza, il bacino si svuota gradualmente compromettendo il livello del lago.

Alla diminuzione del livello del lago attualmente registrata si aggiunge il contestuale interrimento del fondale a sud del lago causato dalla sabbia trasportata in inverno dalle onde generate dal vento di tramontana, che erodono trasversalmente i litorali ad est ed ovest del lago. Questo avviene perché l'intensità delle onde non è più attenuata dalle cannuce di palude che vengono sistematicamente e irresponsabilmente tagliate.

Durante questo settembre 2022, nel porto di Capodimonte, le imbarcazioni con la chiglia fissa toccano il fondo ed hanno difficoltà a spostarsi, a Marta le anatre attraversano il porto a piedi invece

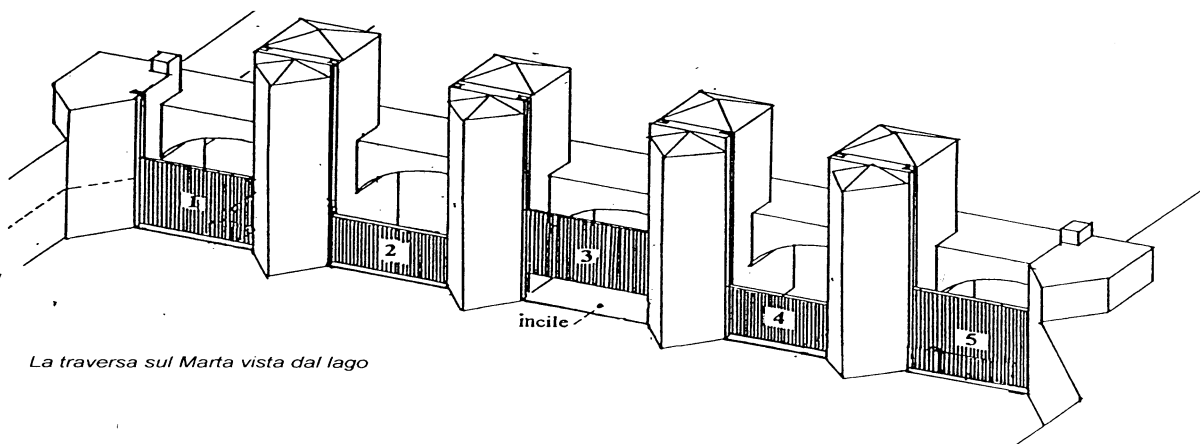
di galleggiare. Tutto si somma: la scarsità di pioggia, l'eccesso i prelievi, la gestione delle paratie e taglio delle cannuce che in un lago ci devono essere. Non tutto è causato dalla siccità!

**Il livello del lago dai tempi di Noè** – Del livello del lago abbiamo tracce preistoriche, ricostruite dall'Ing. Alessandro Fioravanti. Il grafico indica l'escursione del lago a partire da 13 millenni Before Present (BP). Il livello di allora, era a 310 s.l.m., ossia 5,5 metri sopra quello attuale, come testimoniano alcune scarpate di erosione, lontane dalla costa attuale. Concluso il periodo di glaciazione iniziò un periodo caldo e siccitoso che fece scendere la quota del lago a m 294, ossia 10 metri sotto quella attuale. L'isola Martana divenne una penisola ed il lago rimase senza emissario. La presenza umana a quota 299 è testimoniata dall'insediamento villanoviano (antenati degli etruschi) del Gran Carro del quale numerosi reperti si trovano nel Museo di Bolsena.



Circa 1000 anni A.C. il livello del lago iniziò ad innalzarsi, il Gran Carro fu abbandonato per sommersione, l'acqua continuò a salire fino a ripristinare un emissario a 3 metri sopra il livello attuale. La perdita di terreno agricolo fertile e pianeggiante fu enorme e, per salvare il salvabile, fu deciso di abbassare l'incile di 3 metri, tagliando una grossa pietra che ostruiva il deflusso dell'emissario: la località è tutt'ora chiamata "sasso tagliato". Di meglio non si poteva fare perché il terreno a valle era pianeggiante per alcuni km. Del grafico di Fioravanti esiste una versione più recente, ma è troppo complessa per essere inserita nel presente testo.

Fin da epoche remote si sono registrate contestazioni fra chi gestisce il livello del lago e la popolazione. Ad esempio la via Cassia, che nel territorio di Bolsena corre a poca distanza dalla riva, nel 700/800 veniva spesso allagata, per cui i passeggeri erano costretti a scendere dalle carrozze, scalzarsi e saltare fossi, e non mancava chi lamentasse il pericolo di restare affogati. Erano inconvenienti stagionali dovuti non solo all'interramento dell'incile per incuria, ma anche all'uso di paratie per praticare la pesca lungo il fiume con le "cannare" ed anche per mantenere allagate le cantine di Marta, dove veniva mantenuto vivo il pesce pescato.



La traversa sul Marta vista dal lago

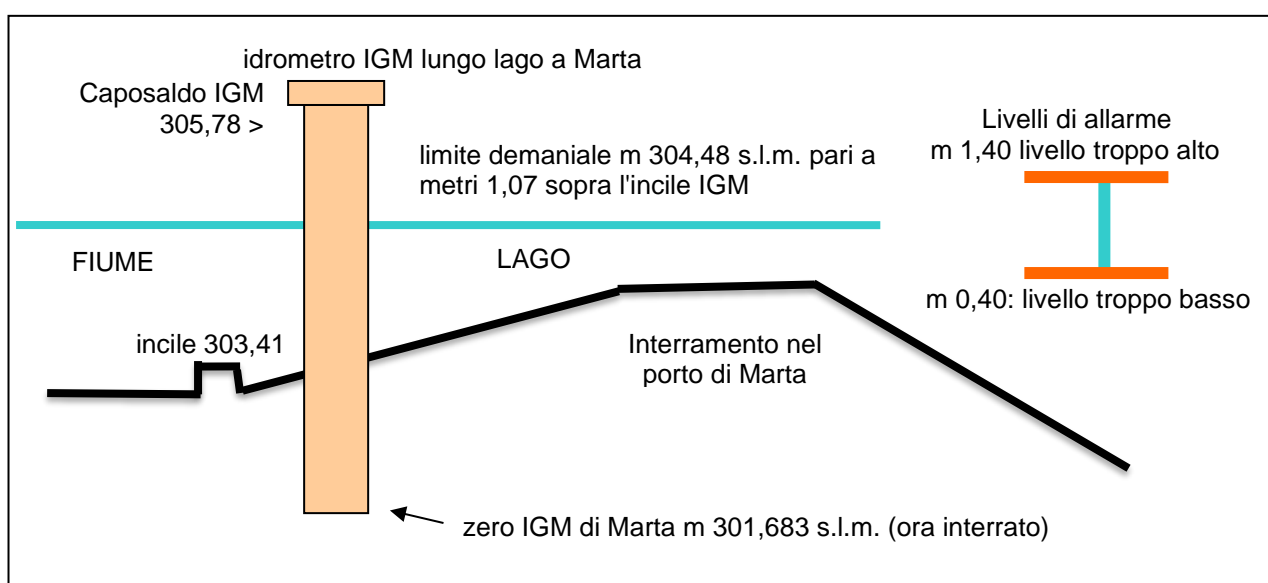
**La traversa sull'emissario** – È una costruzione posta al confine fra il lago e il fiume emissario. È stata costruita almeno due secoli fa quando non c'erano gli attuali prelievi: le cinque bocchette dimostrano che allora la portata dell'emissario era molto maggiore di quella odierna. Alla base di ciascuna paratia si trova una soglia in pietra detta soglia d'incile che è quella che segna il confine fra lago e fiume emissario.

**Il livello del lago rispetto all'incile** - Poiché la quota del livello del lago rispetto al mare è poco pratica per l'uso corrente, è preferibile usare il livello del lago rispetto all'incile, che ufficialmente si trova a 303,41 s.l.m. Ciò permette un'immediata visualizzazione della situazione: infatti se il livello del lago rispetto all'incile scendesse a zero, cesserebbe il deflusso dal lago e l'emissario si prosciugherebbe nella sua parte iniziale. Se il livello raggiungesse m 1,50 si allagherebbero i moli dei porti. Nel porto di Capodimonte è stata installata un'asta graduata in centimetri il cui zero idrometrico coincide appunto con la quota dell'incile e quindi su di essa si può leggere il livello del momento, in assenza di sesse. La quota della soglia di incile secondo IGM è 303,41 mentre L'Istituto Idrografico nel 2011 l'ha ribattuta a 303,66 commettendo a nostro avviso un errore di circa 25 cm

**La quota ufficiale** – La quota altimetrica ufficiale del livello del lago rispetto al livello medio del mare (che è variabile secondo le stagioni da circa 304 a 304,5) è data da un idrometro in muratura dell'Istituto Geografico Militare (IGM) che si trova sul lungolago di Marta. L'idrometro è costituito da un pilastro che sostiene una striscia di marmo verticale graduata in centimetri. Lo zero della graduazione, quotato a suo tempo dall'IGM, si trova a metri 301,683 sopra il livello medio del mare. Per conoscere la quota della superficie del lago del momento si deve sommare alla lettura idrometrica indicata sulla striscia di marmo la quota di detto zero.

**La carta batimetrica del CNR di Pellanza** - Assume come quota del lago m 305 s.l.m. È una quota di comodo che semplifica la rappresentazione grafica perché su ciascuna linea batimetrica sono indicati due valori con numeri interi: quello della quota rispetto al mare e quello della profondità dell'acqua, rispetto alla superficie. In essa si vede bene il "ciglio" che si è formato quando il lago era 9,5 metri più basso

**La quota del limite demaniale** – È inspiegabilmente fissata a 304,48 s.l.m. cioè frequentemente sotto il livello del lago, che in primavera può superare 305 metri s.l.m.



### Ecco alcuni numeri

Limite demaniale	304,48 m slm
Quota della soglia d'incile secondo l'IGM	303,41 m slm
Quota dello zero dell'idrometro di capodimonte	303,41 m slm
Quota della soglia d'incile secondo l'Ufficio idrografico	303,66 m slm
Quota del limite demaniale rispetto alla soglia d'incile (IGM)	107 cm
Quota del limite demaniale rispetto alla soglia d'incile (Uff. Idr.)	0,82

**I capisaldi dell'IGM** - Non è possibile che la soglia d'incile si sia sollevata di 25 cm in assenza di grandi eventi tellurici. Sarebbe tempo di ribattere la quota della soglia di incile partendo dai numerosi capisaldi IGM reperibili nella zona la cui quota è indicata con targhette metalliche murate. O sono tutti riferimenti superati?

Palazzo municipale di Marta a sinistra dell'ingresso quota m 308,39

Idrometro lungolago a Marta al disopra della graduazione m 305,78

Ponte sul fiume Marta sulla spalla del ponte a valle riva destra m 306,97

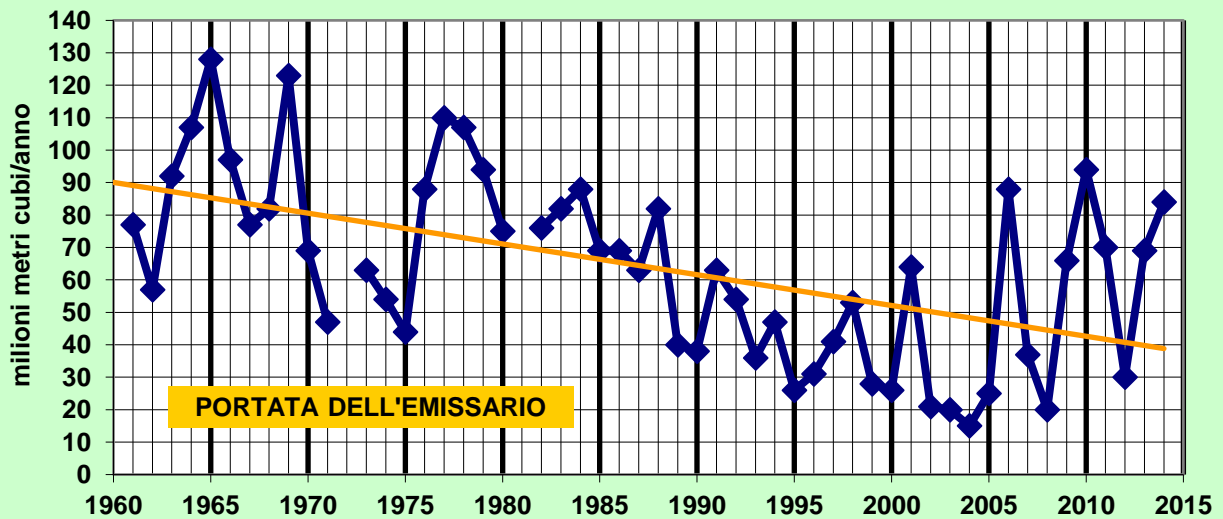
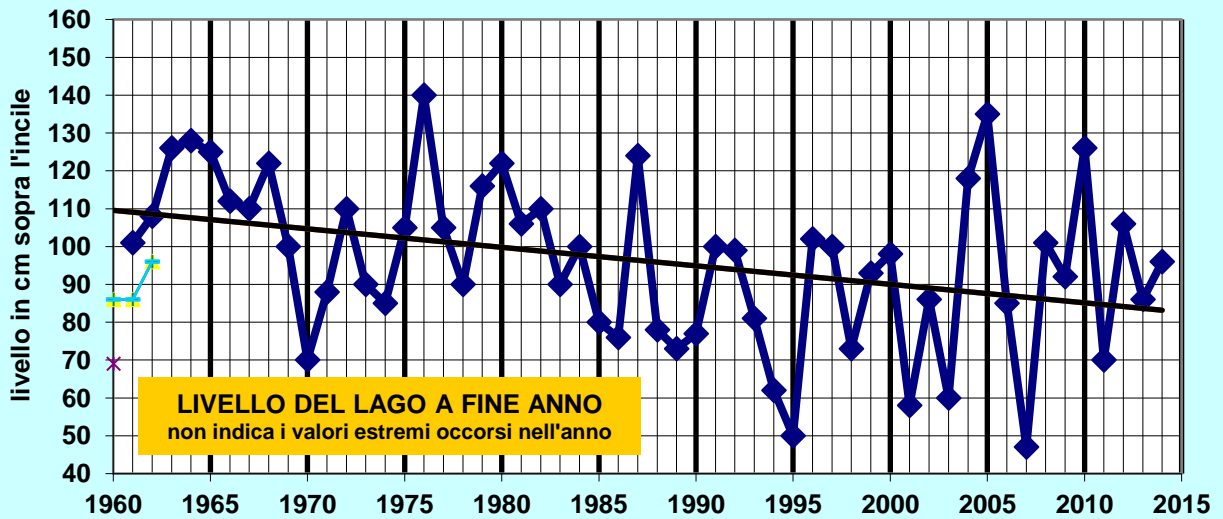
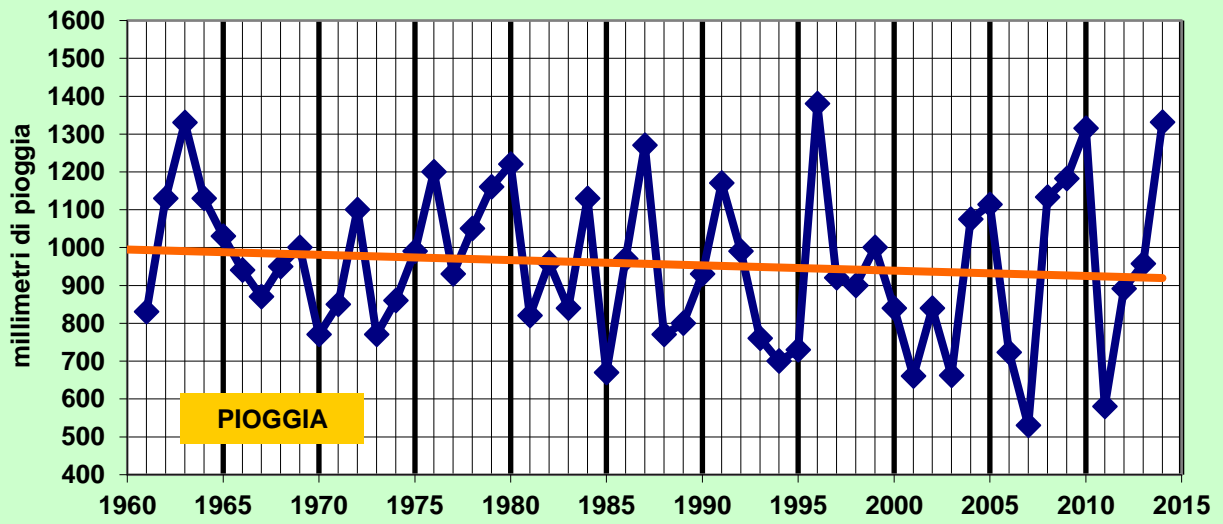
Alla Cannara sulla facciata al di sopra dell'acqua m 305,93

**Strumenti di misura quantitativi** – Sul molo di Marta è stata installata molti anni fa una stazione per misurare la quantità di pioggia, il livello del lago, la velocità e direzione del vento e la radiazione solare. Purtroppo i dati rilevati non sono direttamente accessibili e non sappiamo quanto siano attendibili. Fra l'altro il braccio che sostiene il rilevatore acustico del livello del lago non è abbastanza lungo ed ora che il livello è basso sembra che legga il livello di una pietra affiorante.

È possibile che attualmente la quota s.l.m. del molo sia riferita ai capisaldi dell'IGM e che il livello del lago sia riferito alla quota della soglia d'incile. In questo caso il livello sembrerebbe 25 cm più basso di quello effettivo.

Dal 1998 al 2015 la nostra associazione ha raccolto dati con mezzi artigianali ma, considerato che questi non interessavano l'ARDIS, abbiamo cessato questo tipo di rilievi. La pagina che segue riassume i dati da noi rilevati relativi alle piogge, il livello del lago alla fine di ogni anno e la portata dell'emissario. Con riferimento ai grafici della pagina successiva si evidenzia quanto segue.

- per quanto riguarda le piogge da notare che in passato ci sono stati periodi molto siccitosi, ad esempio gli anni consecutivi 1993-94-95 che hanno portato il livello del lago a un minimo storico. Durante gli anni dei nostri rilevamenti possiamo considerare una media di circa 900 mm/anno di pioggia, ma vi sono state variazioni da 550 a 1400 mm/anno;
- il livello del lago rilevato a fine anno mostra una costante diminuzione dovuta alla gestione delle paratie. La grande variabilità si deve al fatto che inizialmente le paratie erano gestite dal Genio Civile il cui addetto alla loro gestione riceveva continue sollecitazioni: dal Comune di Bolsena che voleva un livello basso per allargare gli arenili; dal Comune di Marta che lo voleva alto per l'agibilità del porto; dall' ENEL che pretendeva la massima portata dell'emissario per le centraline elettriche in esso presenti. Possiamo considerare nel periodo considerato un livello medio a fine anno di circa 900 mm, come riportato nel grafico teorico in premessa:
- la portata dell'emissario mostra dagli anni 60 una costante diminuzione dovuta in gran parte all'aumento dei prelievi idrici e in piccola parte alla diminuzione delle piogge. La diminuzione è stata di circa 1 Mmc per la diminuzione della pioggia e di 40 Mmc per l'aumento dei prelievi. I conti quadrano. La portata media nel corso del periodo considerato è stata dell'ordine di 40 Mmc pari a 1,3 mc/sec, ma è una media ingannevole perché non evidenzia la crisi estiva, quando aumentano l'evaporazione; l'irrigazione e il numero degli abitanti.



I grafici che seguono riportano in dettaglio la variazione del livello del lago dal 1988 al 2015. Sono interessanti perché raccontano la storia di quanto è avvenuto e che ci ha portato alla situazione odierna. In ciascuno dei grafici, che indicano il livello rispetto alla soglia di incile IGM, è indicata la quantità di pioggia e la portata del fiume emissario nel corso dell'anno. Per comprendere l'andamento del livello si può fare un confronto fra valori effettivi rilevati, indicati in ciascun grafico annuale, con i quelli medi precedentemente indicati, ossia 900 mm/anno di pioggia e 40 Mmc/anno di portata dall'emissario. Il livello ottimale a fine anno dovrebbe essere di 90 cm e l'escursione annuale contenuta fra 110 cm in giugno e 70 cm a fine settembre.

Nell'anno 2001 la pioggia è stata scarsa, ben inferiore alla media, ma il deflusso è stato regolato tramite le paratie in modo sovrabbondante. Per conseguenza il livello si è abbassato di 40 cm dall'inizio alla fine dell'anno. Il contrario è avvenuto nel 2004 quando a fronte di piogge eccezionalmente abbondanti, il deflusso è stato di solo 15 Mmc per cui il livello si è alzato di 60 cm.

Stesso problema nel 2005 quando a fine anno è stato raggiunto il livello di 140 cm. Su richiesta del Comune di Bolsena è intervenuta l'ARDIS, che a fine dicembre ha totalmente aperto la paratia centrale, lasciandola aperta per lungo tempo nel 2006. Vi sono state delle proteste a valle per la mancanza di preavviso, ma non si sono verificati grossi danni, fatto che dimostra che questa drastica operazione è fattibile, e che attualmente lo sarebbe a ancora di più essendo stata ampliata la sezione dell'emissario con le Martarelle che bypassano la Cannara.

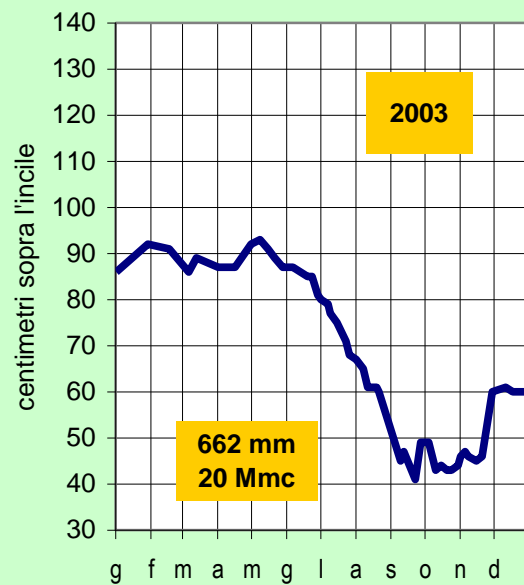
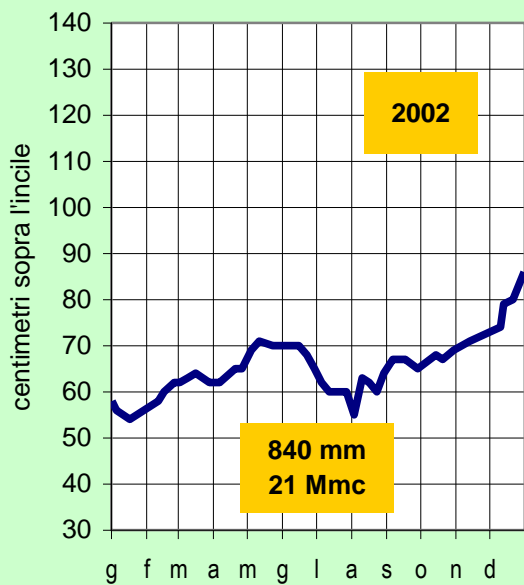
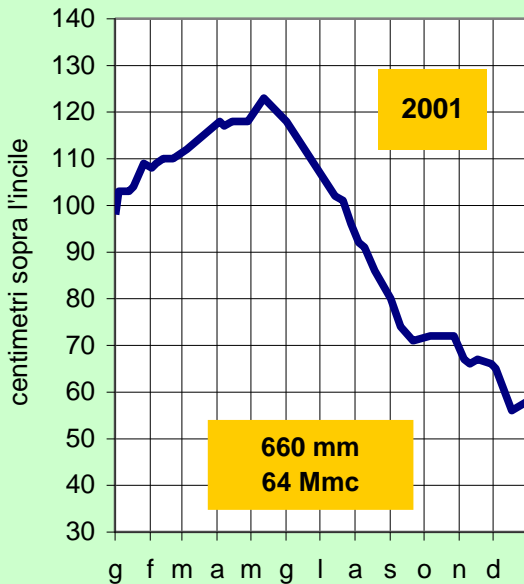
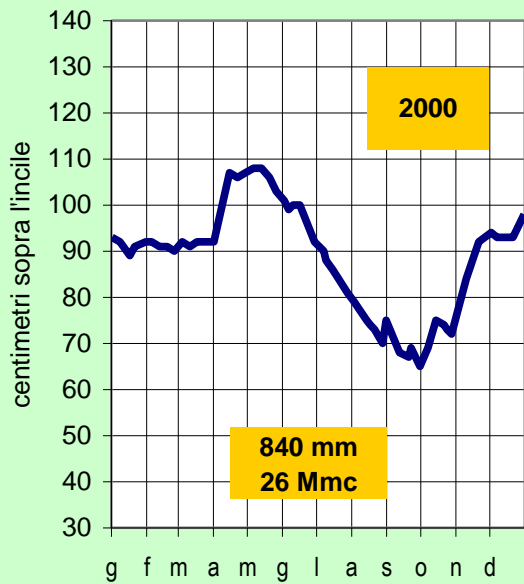
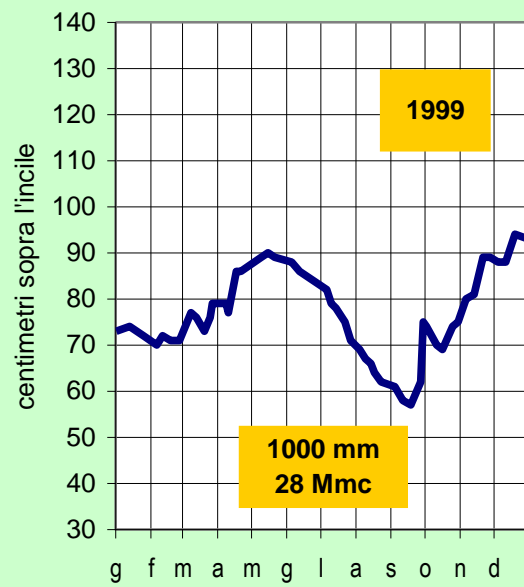
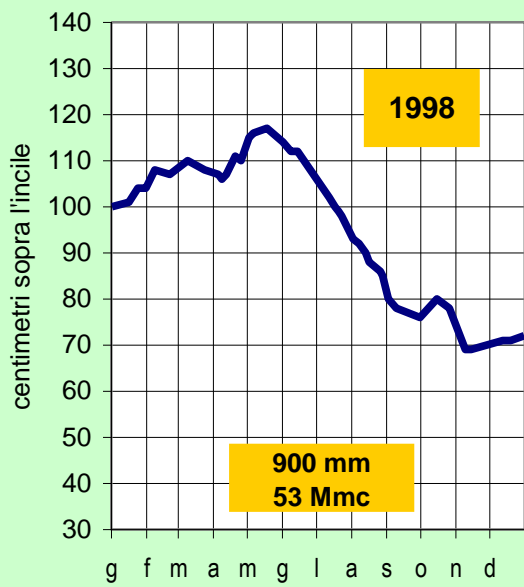
Nel giugno 2009 è caduta una grande quantità di pioggia tipo "bomba d'acqua" che ha repentinamente alzato il livello di 25 cm. Nell'Aprile 2010 il livello ha nuovamente raggiunto 140 cm. È intervenuta l'ARDIS, che questa volta, nell'operazione di diminuzione del livello, è stata aiutata dall'evaporazione estiva.

Nel 2010 la quota di allarme è stata raggiunta e superata senza attivare l'allarme perché la lettura del livello rilevata dall'idrometro era inferiore di 25 cm. Ciò ha causato danni lungo il litorale di Bolsena e l'allagamento di alcuni serbatoi di troppo pieno delle stazioni del collettore circumlacuale le cui pompe hanno consumato corrente elettrica pompando acqua del lago per rimetterla nel lago, con l'eventuale aggiunta di liquami. L'esondazione di pochi centimetri ha causato una lettera del Comune di Bolsena: "il livello del lago determina una situazione di grave danno." Questa lettera ha causato nel 2011 una ordinanza dell'ARDIS.

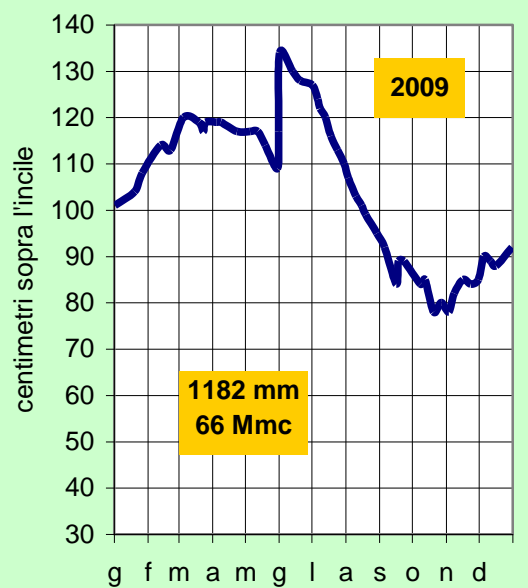
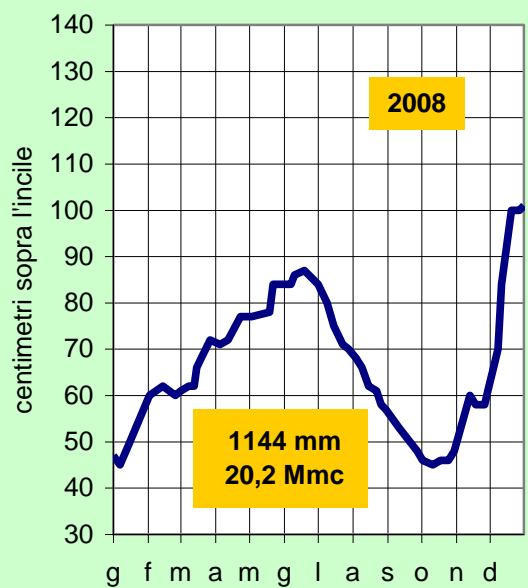
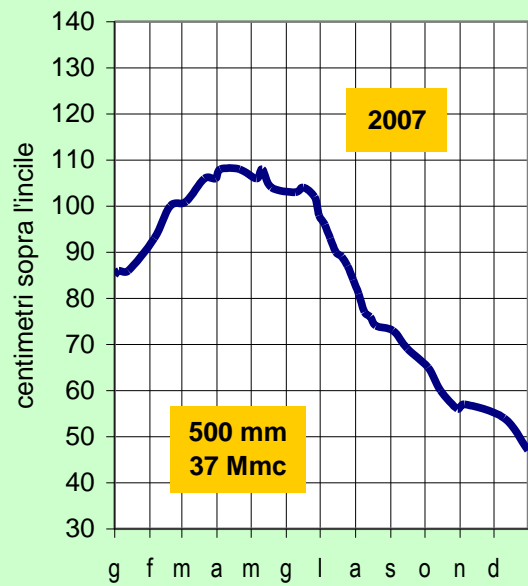
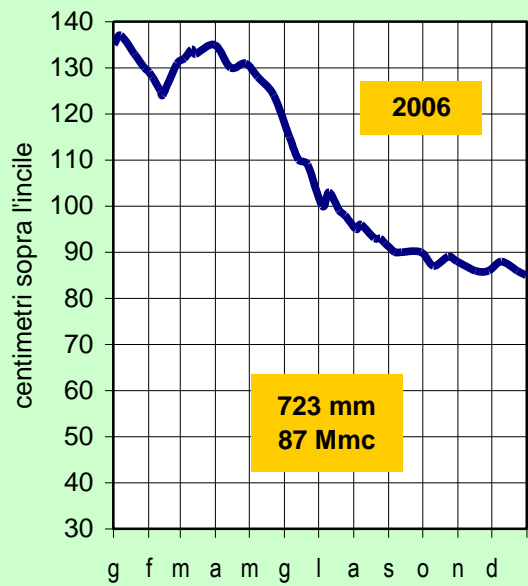
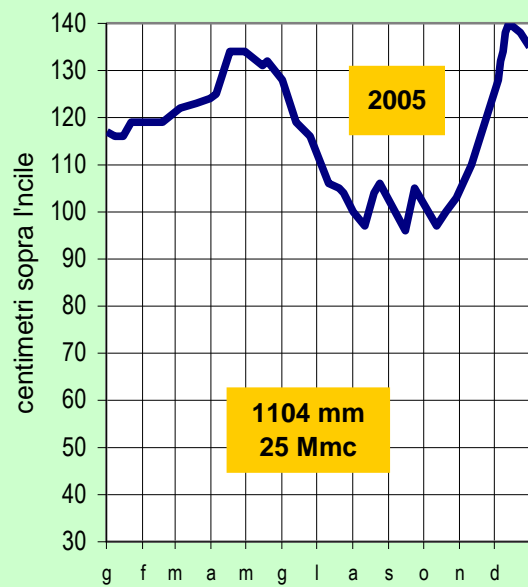
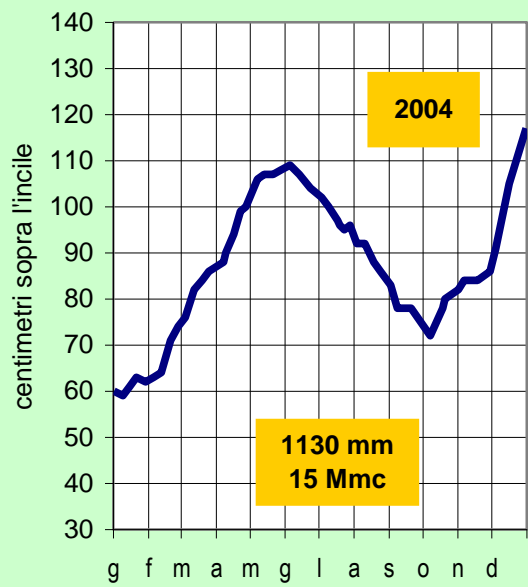
**Il Piano di Gestione del lago di Bolsena (PDG) e lo studio dell'Università Roma Tre** – Nel frattempo, a seguito delle citate fluttuazioni di livello, la Regione affidò all'Università "Roma Tre" uno studio per stabilire un programma ottimale per regolare l'apertura delle paratie. Nello stesso periodo L'Università della Tuscia ebbe un finanziamento della UE per effettuare uno studio ambientale sul lago di Bolsena. La Società Lynx Natura e Ambiente srl realizzò un Piano di Gestione (PdG) avvalendosi della collaborazione dell'Università della Tuscia. Il PdG fu approvato dalla Provincia di Viterbo nel 2009.

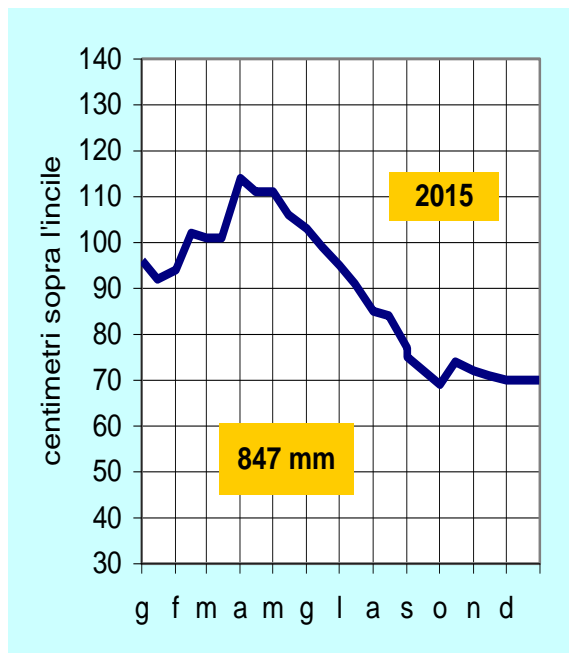
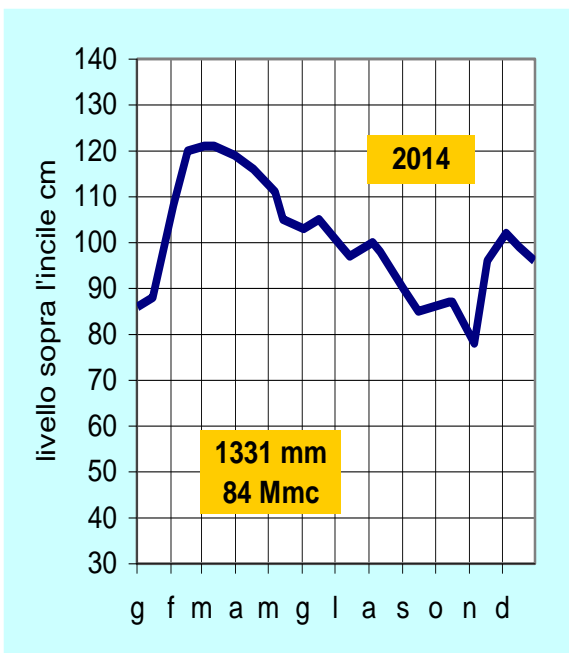
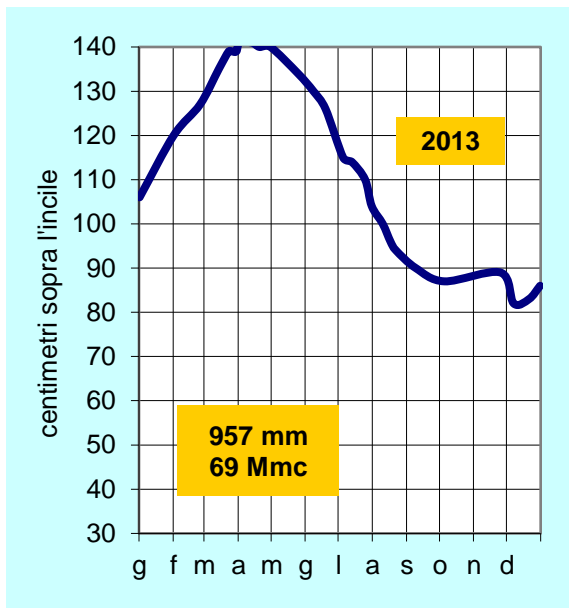
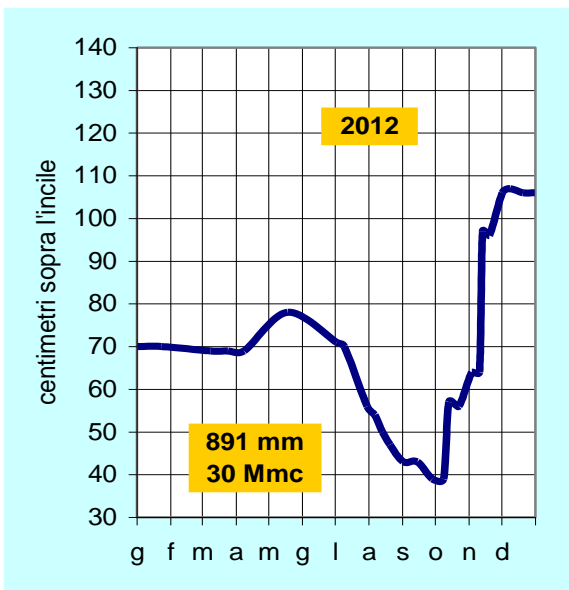
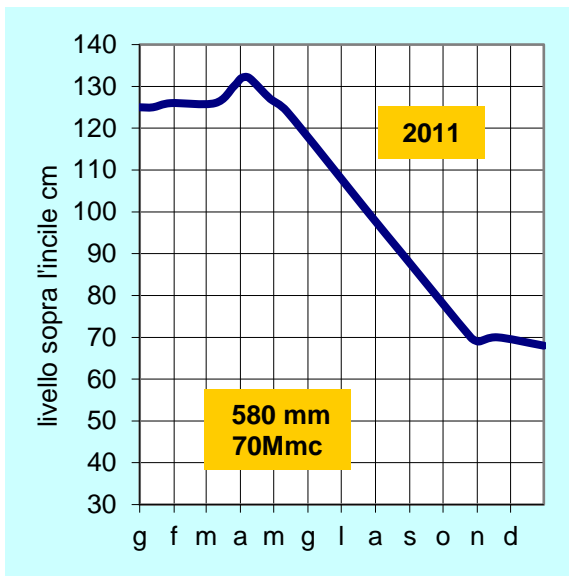
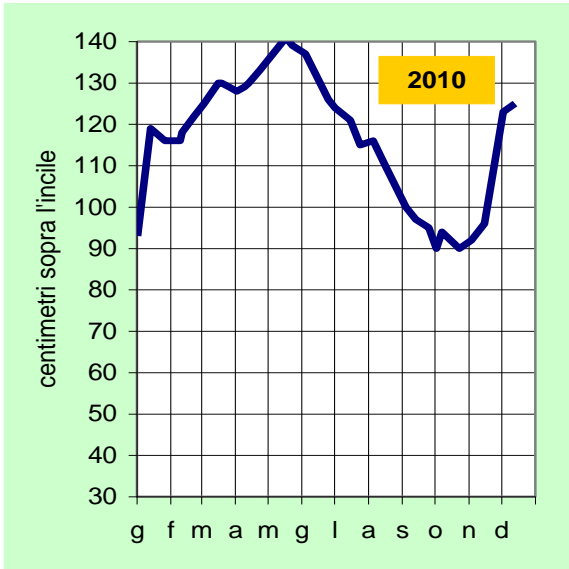
Contemporaneamente l'Università "Roma Tre" effettuò un esteso studio statistico preliminare sulle piogge, sul livello del lago e sulla portata dell'emissario. Terminato lo studio statistico preliminare l'Università "Roma Tre" chiese all'Università della Tuscia quale dovesse essere il programma del livello più adeguato per la tutela ambientale, in particolare la tutela delle cannuce. Dopo successivi aggiustamenti, dettati dall'esperienza, si è giunti al programma indicato nella premessa. L'Università suggerì anche di ampliare il letto dell'emissario per assicurare la possibilità di smaltire un deflusso dell'ordine di 6 mc/sec con la massima apertura delle paratie

Da considerare però che gli studi delle due Università erano propositivi e non costituivano una determina amministrativa: questa è stata elaborata nel 2011 dall'ARDIS senza tenere conto delle loro indicazioni.

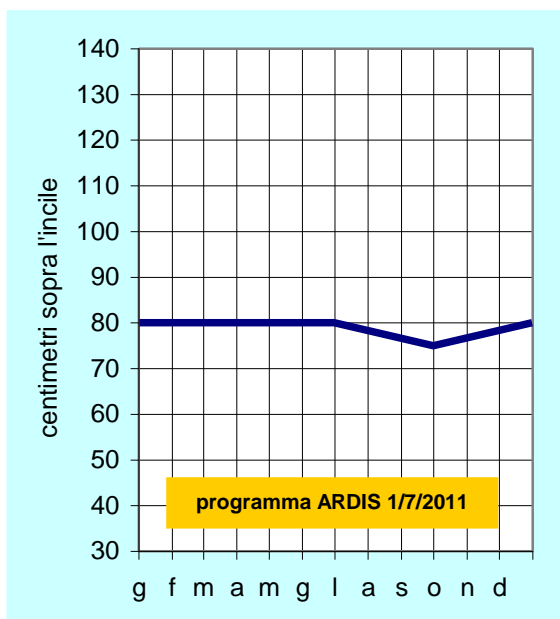








**Ordinanza dell'ARDIS del 2011 protocollo 290586** – L'ordinanza è stata emessa a seguito della citata nota del Comune di Bolsena. L'ordinanza conferma che la quota dell'incile è 303,41 m s.l.m. ma poche righe più sotto afferma che la quota dell'incile non è 303,41, ma 303,62, ossia 25 cm più alta di quella storica.



Ciò premesso l'ordinanza dispone che, con riferimento all'incile assunto a 303,62 sia modulata come segue: da gennaio a giugno 80 cm; da luglio a settembre da 80 a 75 cm; da ottobre a dicembre da 75 a 80 cm. In sintesi una fluttuazione stagionale fra primavera ed autunno di 5 cm, quando statisticamente per effetto dell'evaporazione e dei prelievi si registra una inevitabile perdita di livello di 40-45 cm.

Il grafico a lato indica il programma dell'ordinanza riportato sopra l'incile con quota 304,48 ma andrebbe spostato di 25 cm assumendo l'incile a quota 303,62. Il programma si commenta da solo.

A seguito di una nuova esondazione avvenuta nel 2013 il Comune di Bolsena convocò una pubblica riunione che ha avuto luogo il 20 Marzo 2013 alla quale hanno partecipato i funzionari dell'ARDIS ed i rappresentanti della Provincia e dei Comuni.

La causa dell'esondazione era che il livello rilevato dalla strumentazione sembrava al gestore delle paratie più basso di quello effettivo e a causa del mancato allarme ci fu il "pericoloso" allagamento del litorale di a Bolsena. Questa esondazione di pochi centimetri farà sorridere gli abitanti dei laghi vallivi alpini, abituati a variazioni di livello di alcuni metri, ma qui il bacino è molto piccolo e non ci sono le nevi che si sciolgono in primavera.

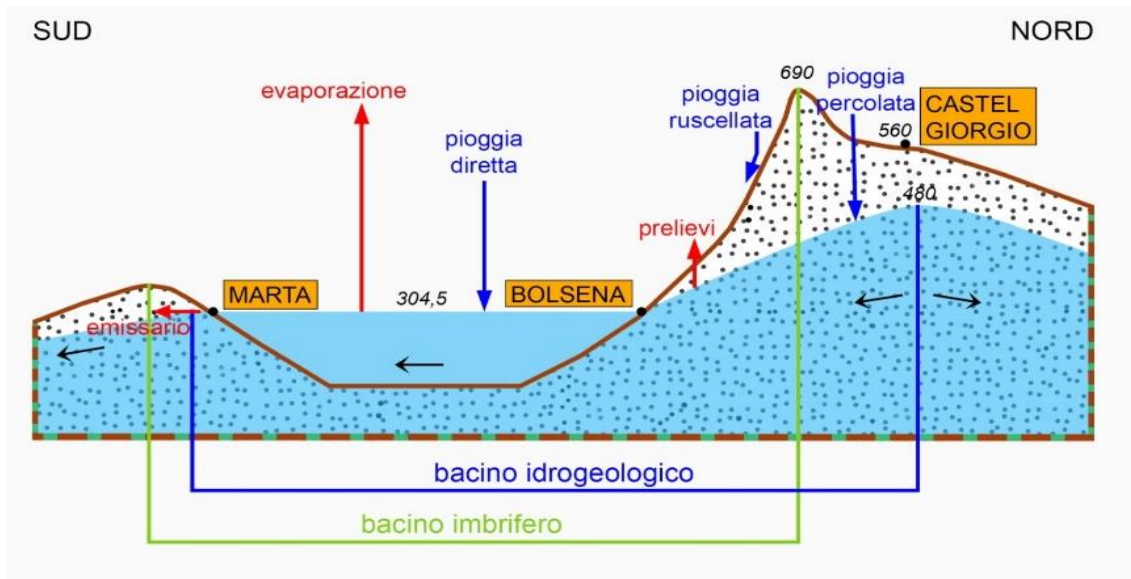
Nell'occasione la nostra associazione ha ripetuto a necessità di realizzare un programma di regolazione della portata dell'emissario tenendo conto delle indicazioni dell'Università di Roma Tre e dell'Università della Tuscia che erano state totalmente ignorate dall'ARDIS. Non avendo avuto ascolto ci siamo arresi e abbiamo cessato di effettuare rilievi in attesa di tempi migliori.

### **Il deflusso minimo vitale (DMV) dell'emissario che è una Zona Speciale di Conservazione (ZSC) –**

L'ordinanza dell'ARDIS lo indica in 0,5 mc/sec e che l'obiettivo del deflusso medio è di 1 mc/sec. Per conseguenza potrebbe sembrare che il DMV è assicurato. Ma i valori medi ingannano, come racconta la storiella che se si pone la testa di un uomo in un forno e i piedi in un frigorifero si può ottenere una temperatura media ottimale. Per quanto riguarda il deflusso medio di 1 mc/sec la media è ottenuta fra alcuni mesi invernali con valori alti di deflusso, mentre nei mesi estivi il DMV è zero. Il gestore deve scegliere fra abbassare il livello del lago per mante il DMV o viceversa. Accade sempre più frequentemente che il lago in estate non ha emissario: come 3000 anni fa.

**L'acquifero di Bolsena** – L'immagine schematica che segue mostra che il lago è la parte affiorante di un acquifero sommerso più esteso, nel quale l'acqua è ospitata nei materiali porosi e permeabili depositati dai vulcani del Complesso Vulcanico dei monti Vulsini.

Le frecce blu rappresentano le entrate, quelle rosse le uscite. La loro lunghezza è proporzionale alla quantità ai valori indicati nell'ultimo bilancio idrico ufficiale del 2005 (Capelli G., Mazza R., Gazzetti C. (2005), Strumenti e strategie per la tutela e l'uso compatibile della risorsa idrica nel Lazio, Pitagora Editrice, Bologna). È un bilancio che deve essere aggiornato.



L'acquifero ha uno spartiacque sommerso la cui quota è mediamente di 480 m s.l.m., ma è una quota variabile che scende con la scarsità della pioggia, con l'aumento dei prelievi e con l'aumento del deflusso verso l'emissario.

Le frecce indicano che l'evaporazione sottrae acqua al lago in quantità maggiore di quella portata dalla pioggia. Il deficit è compensato in tutto o in parte dall'afflusso ipogeo e superficiale proveniente dalla parte emersa del bacino.

È evidente che la scarsità di pioggia e l'eventuale aumento dei prelievi incidono sul livello del lago e sulla portata dell'emissario. La regolazione della portata dell'emissario tramite la regolazione dell'apertura delle paratie riesce a controllare entro certi limiti il livello del lago, ma se le piogge sono scarse la quota dello spartiacque scende, e con esso la riserva di acqua disponibile nella falda, il controllo del livello del lago può divenire impossibile.

**Siamo in una situazione di emergenza. È quindi importante tenere sotto controllo la quota della falda sommersa ed evitare qualsiasi aumento dei prelievi per addizionali colture irrigue o per alimentare, ad esempio, l'acquedotto di Roma.**

Piero Bruni

21/09/22