

# Lago di Bolsena

## Collettore fognario: dalla gestione del Consorzio COBALB a quella della TALETE S.p.A

La presente relazione è nata con l'intento di correlare la velocità del vento con i monitoraggi fisici e chimici del lago di Bolsena durante i primi trimestri degli ultimi quattro anni. Successivamente si è considerato che la relazione poteva essere vantaggiosamente utilizzata per testimoniare anche lo stato ecologico del lago prima e dopo il cambio di gestione del collettore circumlacuale dal COBALB alla TALETE, che ha fatto seguito al fallimento del COBALB.

Prima della gestione della TALETE sono avvenuti gravissimi sversamenti di liquami nel lago, in particolare durante gli ultimi cinque anni. Il link su YouTube <https://youtu.be/h4hgtzY5WWg?rel=0> mostra un esempio fra gli innumerevoli avvenuti. Per comprenderne la loro gravità supponiamo che si sia fermata per un guasto delle pompe la stazione di sollevamento 11 sotto Montefiascone: tutti i liquami provenienti dai comuni a monte e cioè Gradoli, Grotte, San Lorenzo Nuovo e Bolsena (circa 10.000 residenti) continuerebbero ad arrivare a detta stazione e, non potendo procedere verso la stazione successiva, finirebbero nel lago.

I liquami passati attraverso le pompe delle numerose stazioni precedenti non contengono sostanze solide perché queste sono state tritate dalle giranti, i liquami riversati nel lago sono quindi dei fluidi sporchi, molto inquinanti, ma non chiaramente visibili. Sono invece integri e in parte visibili i liquami provenienti dalla condotta comunale di Montefiascone (circa 13.300 residenti) che, raggiunta la stazione guasta, non possono proseguire verso la stazione successiva per cui finiscono nel lago assieme a quelli tritati provenienti dai comuni a monte. Gli "oggetti" galleggianti sono chiaramente visibili e vagano nel lago trasportati dal vento e dalle correnti. Non sempre si sa da dove provengono.

Per esperienza vissuta sappiamo che prima che sia scoperto e riparato uno sversamento possono passare settimane. Ciò spiega il pesante aumento di fosforo nel lago e il conseguente aumento del processo di eutrofizzazione in atto. Comporta anche un inquinamento sanitario, spesso ignorato e non seguito da tempestivi divieti di balneazione.

Il passaggio della gestione dal COBALB alla TALETE è gradualmente avvenuto all'inizio del 2020. Contestualmente la Regione Lazio, con un apprezzatissimo "ravvedimento operoso", ha stanziato 1,5 milioni di euro a favore della TALETE che si è assunta l'impegno di realizzare il ripristino funzionale del collettore esistente iniziato, ma rimasto incompiuto, durante la gestione del COBALB.

Il 2020 e 2021 saranno anni di transizione, necessari per il ripristino del collettore da parte della TALETE che, trascorso questo, tempo dovrà garantire che non vi saranno mai più sversamenti di liquami nel lago. Tuttavia, anche nel periodo di transizione, TALETE dovrà assicurare la continua sorveglianza del collettore, eventualmente installando un sistema di telecontrollo, in modo da intervenire tempestivamente in caso di sversamenti.

Fino ad ora TALETE ha operato bene e già nel 2020 ha ridotto il numero degli sversamenti e i tempi di intervento per riparare i guasti: potrà continuare a farlo a condizione che siano rispettate le scadenze dei finanziamenti regionali, dei quali nel 2020 vi è stato solo un acconto di 300.000 euro. È indispensabile l'impegno congiunto della Regione Lazio e della TALETE.

Per quanto riguarda l'intento di correlare i monitoraggi fisici e chimici con la velocità del vento, la presente cronistoria ha inizio l'8 dicembre 2016, quando nella nostra stazione pelagica abbiamo registrato al fondo del lago la peggiore situazione mai avvenuta prima di allora, cioè uno strato anossico al fondo dello spessore di 9

metri, certificato su nostra richiesta dall'Università della Tuscia. Pochi giorni dopo, durante il periodo di rimescolamento del lago, è stato effettuato il campionamento dell'acqua la cui analisi chimica ha registrato una concentrazione di fosforo totale (TP) pari a 16,2 µg P/l, anche questa mai raggiunta prima di allora. È un disastro da tempo annunciato.

Per comprendere il testo che segue occorre una minima conoscenza del funzionamento ecologico del lago e del sistema fognario, almeno al livello didattico descritto nelle dispense per le scuole medie, distribuite gratuitamente da tutte le biblioteche comunali del comprensorio lacustre. È consigliabile anche la lettura dell'opuscolo "Stato del lago di Bolsena 2020" disponibile in dette biblioteche. Tali documenti sono consultabili e scaricabili dal sito dell'Associazione Lago di Bolsena [www.bolsenaforum.net](http://www.bolsenaforum.net)

Nel testo si fa riferimento alla seguente documentazione: (1) grafici del vento sui quali sono indicate le date dei monitoraggi multiparametrici e dei prelievi di campioni d'acqua utilizzati per le analisi chimiche; (2) profili (log) dell'ossigeno disciolto; (3) tabulato e grafico della concentrazione del fosforo totale nei campioni prelevati durante i periodi di massimo rimescolamento che avvengono durante l'inverno limnologico, in ritardo rispetto all'inverno solare. I monitoraggi con la sonda multiparametrica registrano sempre profondità, temperatura, conduttività, ossigeno disciolto e clorofilla, ma per economia di spazio sono riportati nella documentazione solo i profili dell'ossigeno disciolto.

Il tabulato delle analisi chimiche riporta nella prima colonna le sette profondità dei prelievi, nella seconda colonna, il peso ponderale in % di ciascun campionamento, nelle altre colonne sono evidenziati gli anni in cui il rimescolamento è stato totale. Nel testo che segue i numeri in apice indicano il documento dal quale è tratta l'informazione. La data dei monitoraggi è riportata sui grafici del vento.

### **Inverno limnologico 2017**

22 gennaio 2017 - Il grafico del vento<sup>1</sup> mostra che fin dai primi giorni di gennaio, è arrivato un fortissimo e persistente vento freddo siberiano, detto *burian*, che ha soffiato per molti giorni consecutivi. Il profilo dell'ossigeno<sup>2</sup> rilevato il 22 gennaio mostra che è in atto la completa circolazione del lago. Infatti l'acqua ossigenata in superficie ha raggiunto il fondo ed ha completamente eliminato lo strato anossico. Contestualmente l'elevata quantità di fosforo, che alla fine dell'anno precedente si era accumulata nell'ipolimnio e particolarmente al fondo, si è diffusa in tutto il corpo d'acqua. Infatti il tabulato delle analisi<sup>3</sup> effettuate sui campioni prelevati nel 2017 indica che la concentrazione del fosforo, è praticamente omogenea a tutte le profondità ed è mediamente aumentata a 16,2 µg/l.

Dopo la fase iniziale del rimescolamento, inizia una fase di azione chimica, forse continuata fino alla metà di marzo<sup>1</sup>, durante la quale l'abbondante presenza di ossigeno nel corpo d'acqua, favorita dal vento persistente, ossida il fosforo in soluzione che, reso insolubile, precipita e rimane fissato al fondo. Conseguentemente la concentrazione del fosforo rimasta in soluzione diminuisce, ma quantitativamente non si può conoscere a meno di non ripetere il campionamento e le analisi dopo qualche tempo. Cosa che normalmente non viene fatta per motivi economici.

19 febbraio 2017 - Il profilo dell'ossigeno<sup>1</sup> mostra che il completo rimescolamento è cessato, ma continua un parziale processo di rimescolamento fino a 60 metri con conseguente ossidazione del fosforo fino a quella profondità. Sotto i 60 metri l'ossidazione continua ma, in assenza di rimescolamento, viene in parte consumato l'ossigeno precedentemente accumulato.

3 marzo 2017 - A causa del vento, ancora presente, il profilo dell'ossigeno mostra che il processo di rimescolamento ha raggiunto 70 metri. Sotto 70 metri si registra un ulteriore consumo di ossigeno. Il profilo della temperatura (non allegato) mostra che è ancora presente lo stato di isotermità dalla superficie al fondo, per cui non è da escludere che nei giorni successivi, caratterizzati da forte vento, si sia verificato un secondo completo rimescolamento con conseguente ulteriore abbattimento del fosforo.

## Inverno limnologico 2018

10 gennaio 2018 - I consueti monitoraggi e prelievi di fine anno, nel periodo di massima stratificazione non sono stati possibili nel 2017 a causa delle condizioni meteo. Questi sono stati fatti durante una pausa del vento all'inizio dell'anno 2018 quando era ancora in atto la stratificazione autunnale. Risulta che la concentrazione di TP è diminuita da 16,2 a 14  $\mu\text{g P/l}$ , ossia 2,2  $\mu\text{g P/l}$ , in meno a causa del *burian* e al netto degli sversamenti fognari e dilavamenti agricoli avvenuti nel periodo estivo e autunnale. Questo risultato non è riportato nel tabulato<sup>3</sup> che riporta solo i dati registrati durante il massimo rimescolamento. Nello strato al fondo l'ossigeno è quasi assente, ma questo è normale nel periodo di massima stratificazione.

5 febbraio 2018 – Il profilo dell'ossigeno<sup>2</sup> mostra che il completo rimescolamento non è ancora avvenuto. Al fondo si nota un aumento della concentrazione di ossigeno disciolto rispetto al precedente monitoraggio del 10 gennaio, non del tutto spiegabile, ma a quella data il profilo della temperatura (non allegato) mostra perfetta omotermia dalla superficie al fondo.

27 marzo 2018 – Il profilo dell'ossigeno<sup>2</sup> mostra la completa ossigenazione della colonna d'acqua e l'avvenuto ricircolo. Il tabulato delle analisi chimiche<sup>3</sup> conferma che nel 2018 è avvenuto il completo ricircolo e che la concentrazione del fosforo è di 13,6  $\mu\text{g P/l}$ , inferiore di 2,6  $\mu\text{g P/l}$ , di rispetto a quella del 2017. Probabilmente una riduzione maggiore è avvenuta nel corso dell'inverno limnologico del 2017 durante la fase di ossidazione che ha fatto seguito al *burian*, poi la concentrazione è aumentata durante l'estate a causa degli sversamenti fognari e dei dilavamenti agricoli, Quindi il dato delle analisi chimiche rilevato nel marzo 2018 è al netto considerando gli apporti estivi di fosforo dal bacino.

Osservando il grafico del fosforo<sup>3</sup> si nota che quando vi sono due anni consecutivi di completo ricircolo, il secondo anno registra un abbassamento della concentrazione del fosforo. Questo si deve agli stessi motivi sopra illustrati per gli anni 2017 – 2018.

Il grafico<sup>3</sup> mostra che durante gli anni 2007 e 2013 è stata registrata una diminuzione della concentrazione del fosforo. Sono dati non affidabili dovuti al fatto che i prelievi sono stati effettuati in condizioni di forte vento (sopraggiunto dopo l'arrivo alla stazione pelagica) per cui il cavo che sostiene la bottiglia dei prelievi è inclinato rispetto alla verticale e per conseguenza la bottiglia non era alla profondità segnalata dal contatore del verricello, ma ad una profondità molto inferiore, lontana dal fondo, dove la concentrazione del fosforo è minore.

Il grafico del fosforo<sup>3</sup> mostra dal 2014 al 2017 un regolare aumento della concentrazione dovuta ai continui sversamenti e ai fertilizzanti agricoli. Il margine di approssimazione delle misure è relativamente elevato perché il valore registrato è il risultato di una incerta media ponderale. Nei periodi di completo rimescolamento il margine di approssimazione è minimo, essendo la media ponderale simile alla media matematica.

## Inverno limnologico 2019

7 gennaio 2019 – Come avvenuto in precedenza, non è stato possibile effettuare il consueto monitoraggio durante il periodo della massima stratificazione nel 2018, per cui è stato fatto il 7 gennaio 2019. Il dato del fosforo (13,74  $\mu\text{g P/l}$ ) non è inserito nella tabella<sup>3</sup> perché questa riporta solo i dati rilevati durante il massimo rimescolamento.

14 febbraio 2019 – Il profilo dell'ossigeno<sup>2</sup> mostra che l'ossigenazione ha raggiunto il fondo. Il tabulato delle analisi<sup>3</sup> mostra che nel 2019 si è avuto il terzo rimescolamento totale consecutivo. In questa occasione invece di registrare una diminuzione della concentrazione del fosforo, come avvenuto in precedenza, si è avuto un aumento rispetto all'anno precedente, da 13,6 a 15  $\mu\text{g P/l}$ . Probabilmente questo è dovuto ai pesanti sversamenti riportati nel sopracitato video <https://youtu.be/h4hgtzY5WWg?rel=0> il cui apporto di fosforo appare superiore a quello ossidato.

3 Marzo 2019 - Il profilo dell'ossigeno<sup>2</sup> mostra una perfetta ossigenazione fino al fondo per cui è probabile che il rimescolamento e l'ossigenazione siano continuati durante il vento freddo dal 22 al 26 febbraio e non è da escludere che siano continuati fino alla fine del mese di marzo.

## Inverno limnologico 2020

18 febbraio 2020 – Il profilo dell'ossigeno<sup>2</sup> mostra che il rimescolamento è arrivato solo fino a 70 metri.

Il 5 marzo 2020 – il profilo dell'ossigeno<sup>2</sup> mostra che il rimescolamento è rimasto a 70 metri. In condizioni normali avremmo atteso la fine di marzo prima di fare i prelievi, ma a causa delle limitazioni imposte dal virus in quei giorni critici abbiamo deciso di procedere nel timore che ci fosse impedito un ulteriore viaggio. Il grafico del vento mostra che dal 21 al 28 marzo c'è stato un forte e freddo vento di tramontana. Non si può escludere che vi sia stato un completo rimescolamento: sarebbe il quarto anno consecutivo.

Per constatare l'effetto del vento sulla concentrazione del fosforo bisogna attendere le analisi di dicembre durante il periodo di massima stratificazione o meglio quelle del primo trimestre del 2021 che testimonieranno lo stato del lago dopo il primo anno di transizione dall'inizio della gestione della TALETE.

### Conclusioni

La relazione mostra che i forti, freddi e persistenti venti invernali sono efficaci per ridurre la concentrazione del fosforo, ma per avere un miglioramento dello stato ecologico del lago è necessario che gli apporti di fosforo dal bacino idrogeologico siano drasticamente ridotti.

Il perfetto funzionamento del collettore è uno solo dei fattori che influenzano il livello trofico: vanno eliminati gli apporti delle perdite delle fogne comunali, spesso vecchie e inadeguate e gli abusivismi. Deve essere inoltre realizzata una protezione del versante a ponente sprovvista collettore per circa 7 km. Sarebbe il caso di progettare fin da ora dei fitodepuratori locali e valutarne il costo. Infine non è stato previsto il finanziamento per ripristinare il depuratore ubicato lungo il fiume emissario Marta.

Per quanto riguarda l'agricoltura preoccupa la conversione di colture tradizionali in intensive, sia per il maggiore inquinamento del lago, sia per l'addizionale consumo di acqua irrigua. L'istituzione di un biodistretto nel comprensorio che circonda il lago sembra essere la migliore soluzione sotto tutti i punti di vista.

Le indagini fisiche e chimiche eseguite sul lago, se permettono di seguire i processi più evidenti nel lago, sono tuttavia insufficienti per una adeguata descrizione dei fenomeni in atto. Il progressivo deterioramento documentato richiederebbe uno sforzo di ricerca ben superiore, alla luce anche dell'importanza del Lago di Bolsena, che è il quarto corpo d'acqua italiano per volume, oltre che essere il più grande lago di origine vulcanica in Europa. È Sito di Interesse Comunitario e Zona Speciale di Conservazione. Il mancato miglioramento dello stato ecologico ai sensi della Direttiva quadro sulle acque (2000/60/CE) recepita dal D.lgs 152 del 2006, può comportare pesanti ed imbarazzanti penalità da parte dell'Europa.

Piero Bruni  
12 novembre 2020

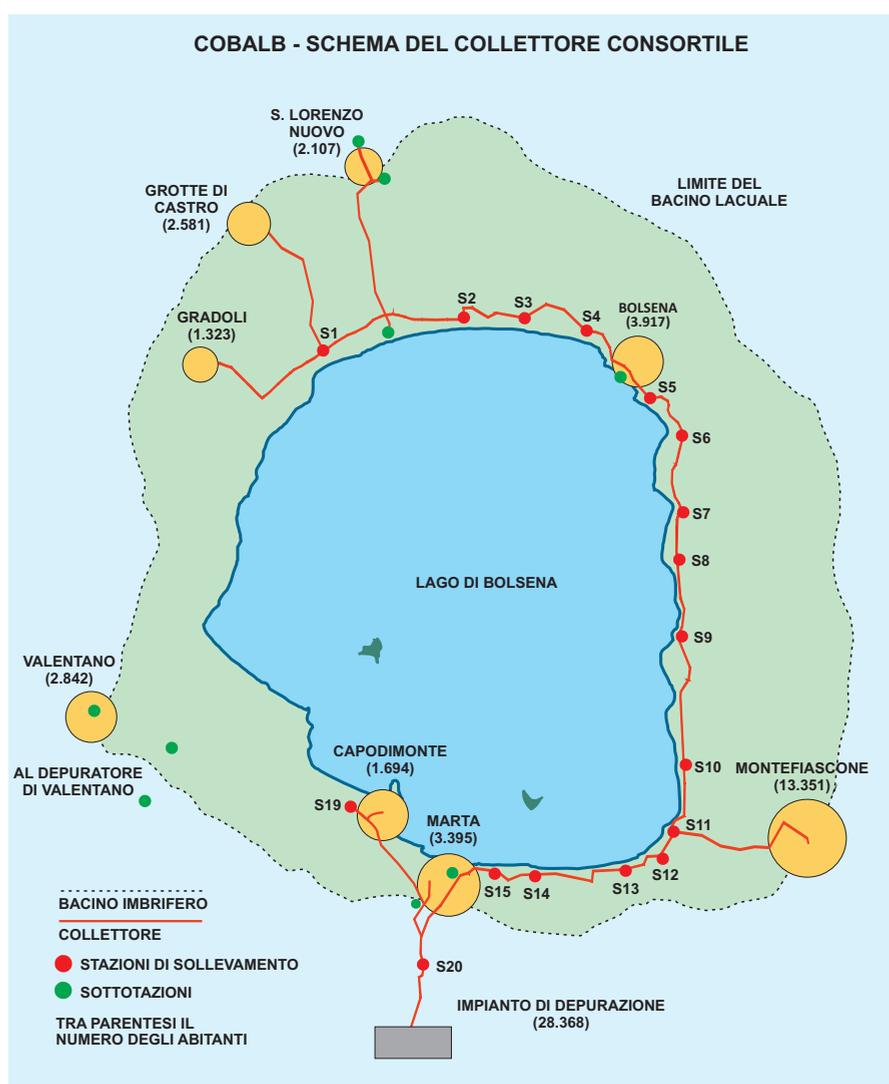
Documenti:

- Grafici della temperatura e del vento durante gli inverni limnologici dal 2017 al 2020 realizzati dal Prof. Giangiacomo Spinucci, socio dell'Associazione Lago di Bolsena.
- Profili dell'ossigeno disciolto tratti dalle registrazioni multiparametriche dell'Associazione Lago di Bolsena.
- Tabulato e grafico delle analisi chimiche tratto da un autorevole lavoro pubblicato sulla rivista internazionale LIMNOLOGICA <https://www.sciencedirect.com/journal/limnologica>, vol. 72, pp. 1-9.

## Il sistema fognario

Il sistema fognario è costituito da un collettore principale lungolago, che raccoglie i liquami delle fognature comunali di ogni singolo centro abitato che si trova all'interno del bacino imbrifero. Le "bretelle" sono le tubazioni che collegano le fognature comunali con il collettore principale.

Il collettore inizia da Gradoli e, dopo aver raccolto i reflui dei centri abitati che si trovano lungo il suo percorso, raggiunge il depuratore ubicato lungo il fiume emissario Marta. Vi è poi un tratto breve che da Capodimonte arriva a Marta. Il collettore protegge il lago dall'inquinamento, mentre il depuratore protegge l'emissario.

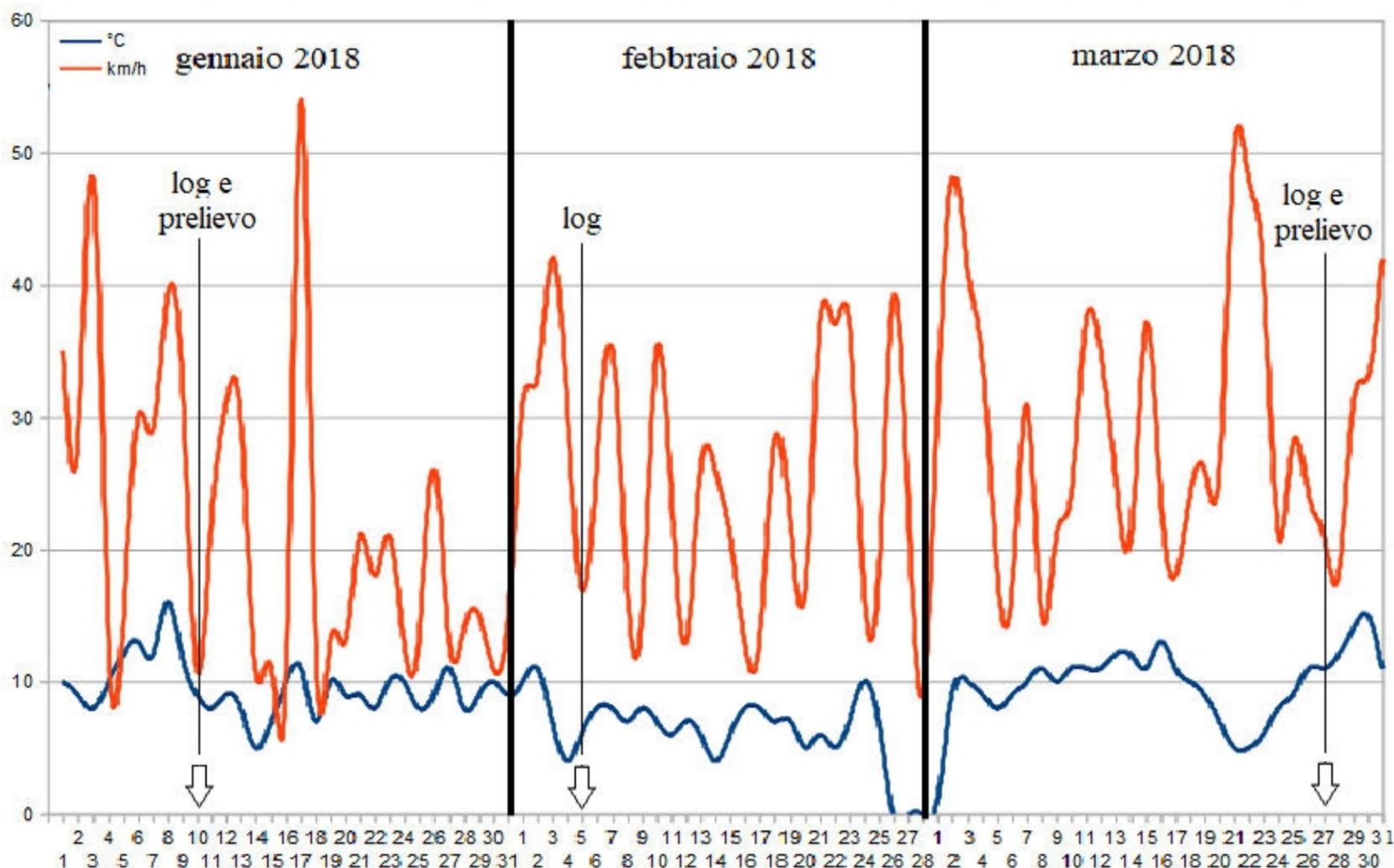
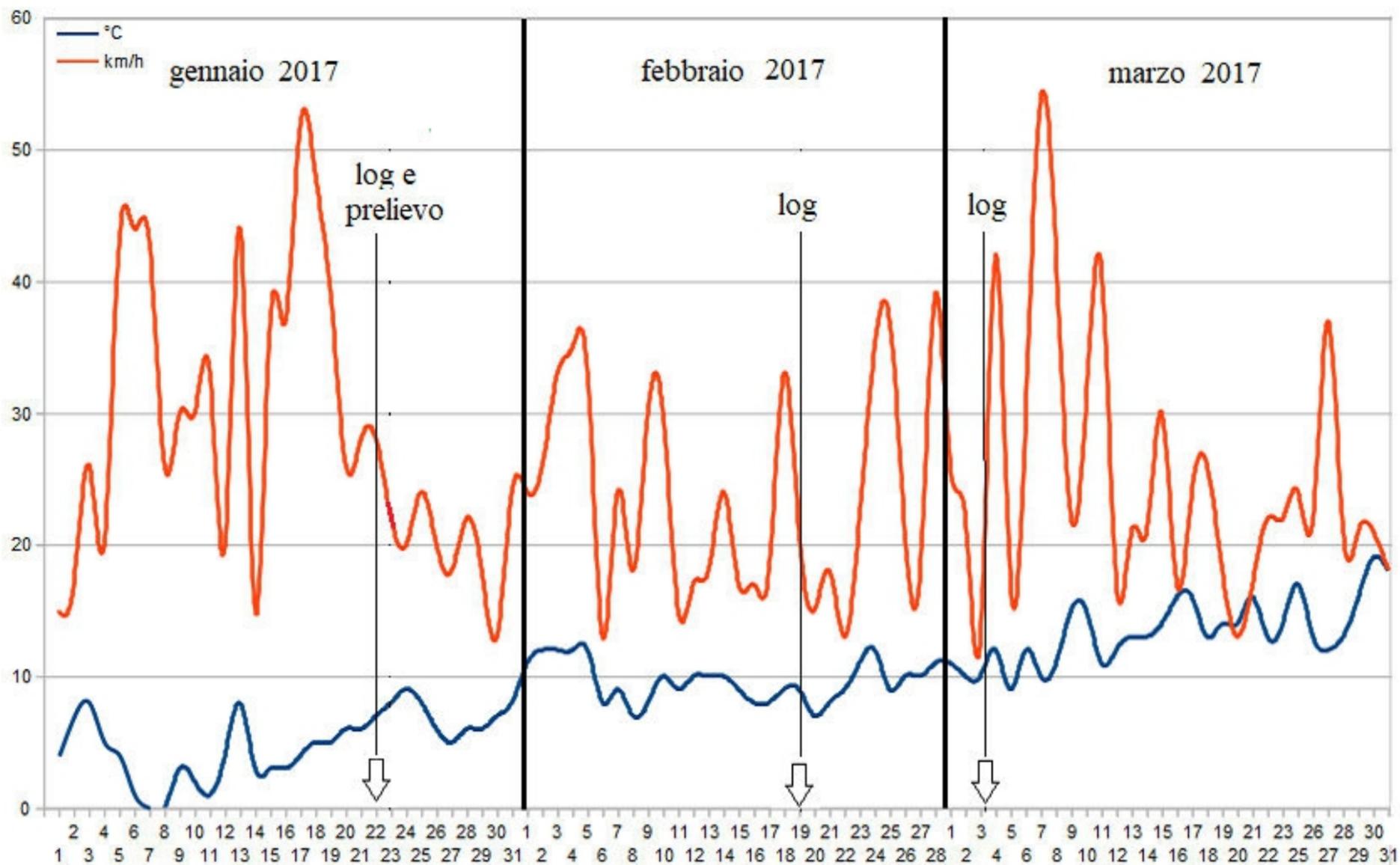


Il collettore è attivato da 20 stazioni di pompaggio in serie. Segue un percorso alternando salite e discese. Ciascuna stazione di pompaggio solleva i liquami fino ad una certa quota raggiunta la quale i liquami scendono per caduta fino alla stazione successiva.

Secondo il progetto ciascuna di queste stazioni dovrebbe essere provvista di pompe di riserva, un generatore elettrico che si avvia in caso di mancanza di corrente, un serbatoio di accumulo, uno scarico di troppo pieno. Nel corso degli anni tutto questo si è deteriorato, e spesso si verifica il fermo di una delle stazioni di pompaggio.

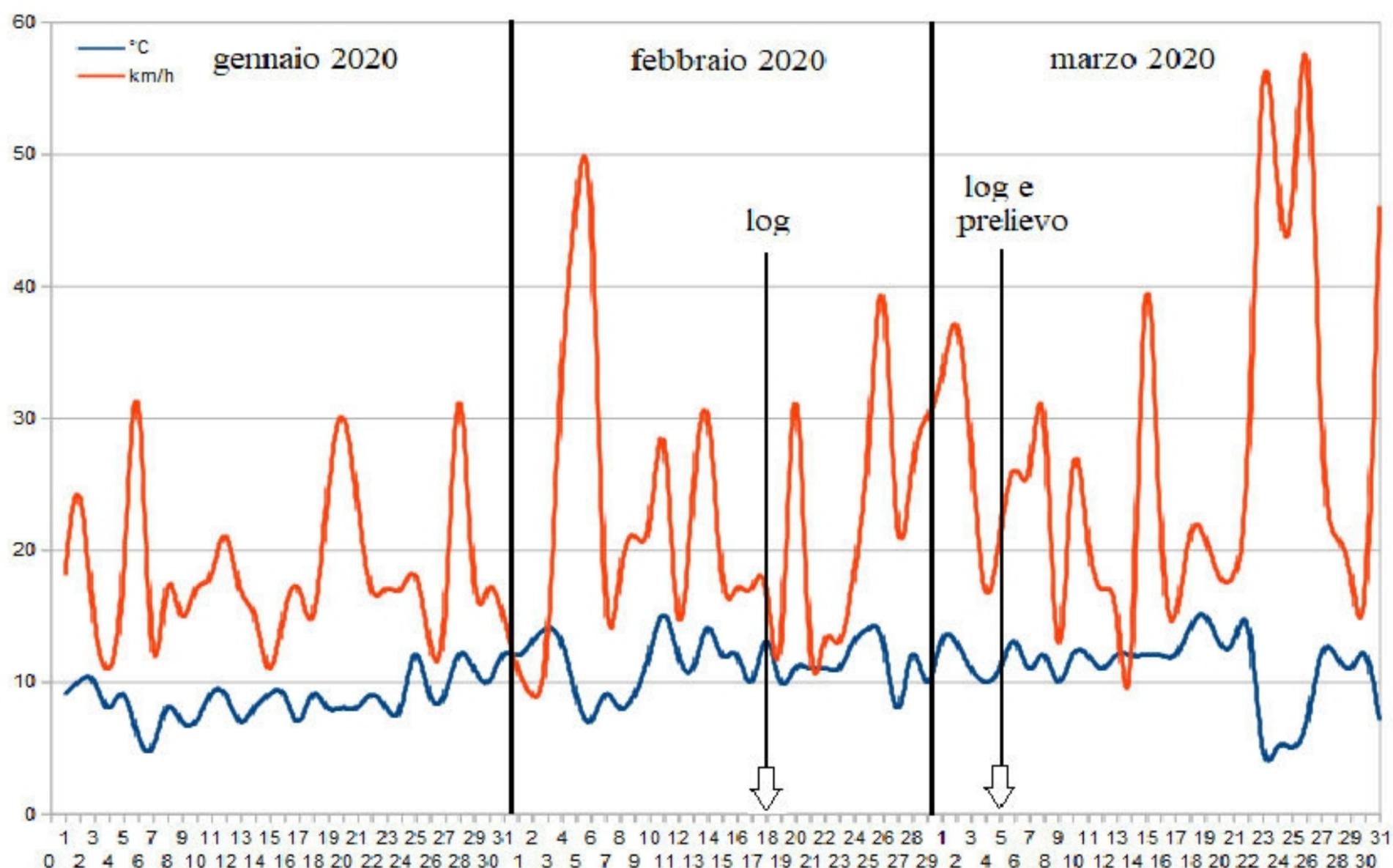
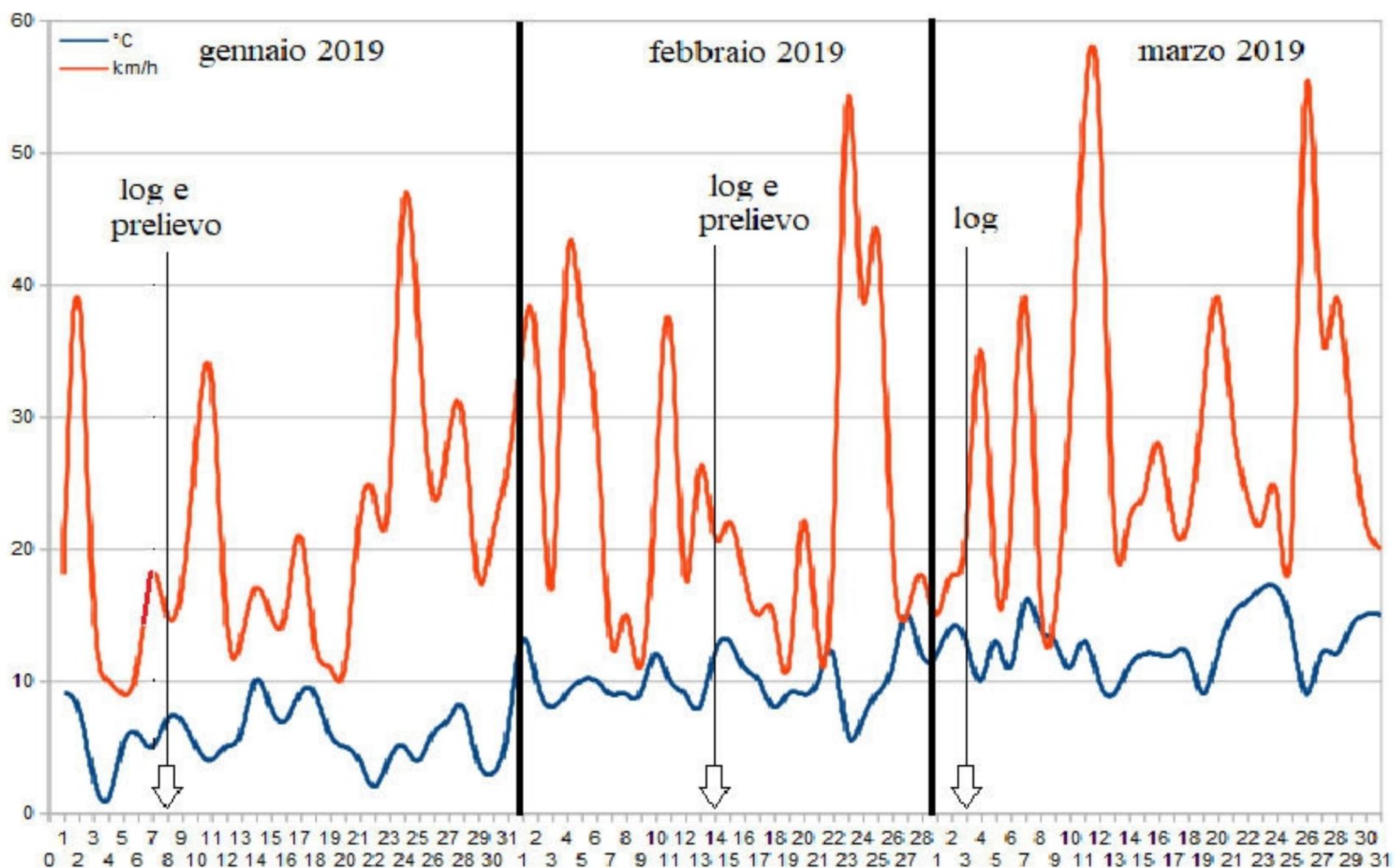
# LAGO DI BOLSENA

Valori giornalieri medi del vento e della temperatura rilevati all'aeroporto militare di Viterbo a quota 300 m slm, distante 20 km



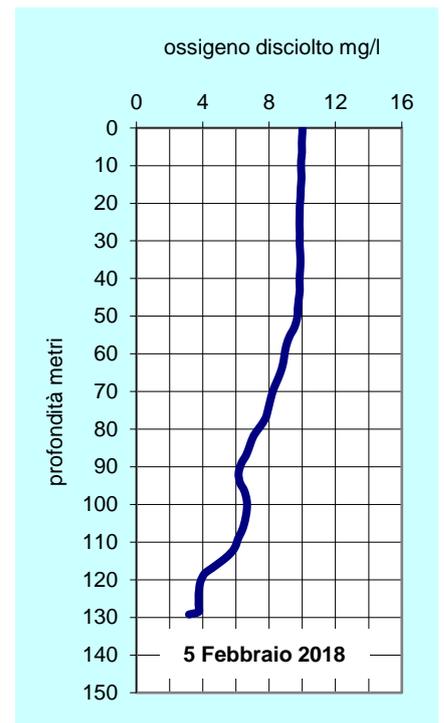
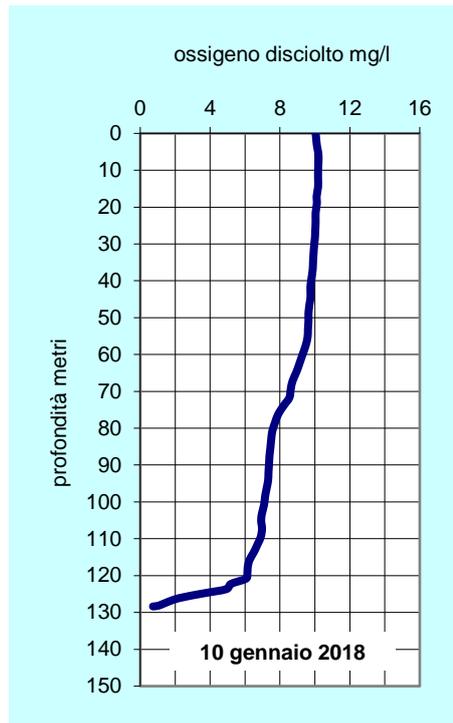
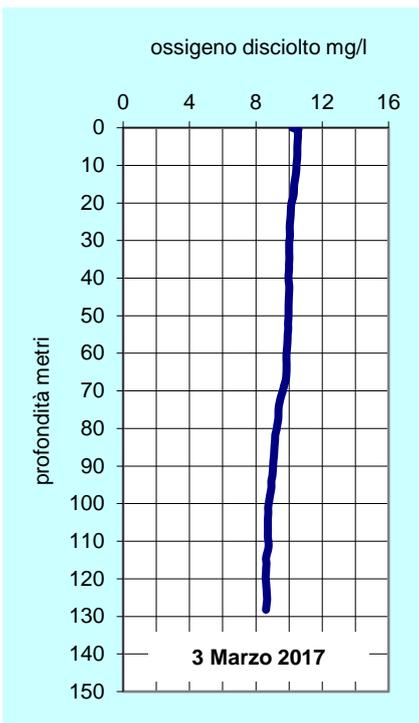
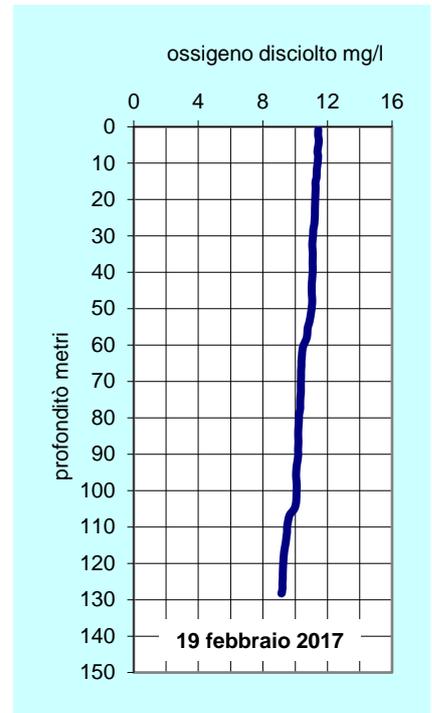
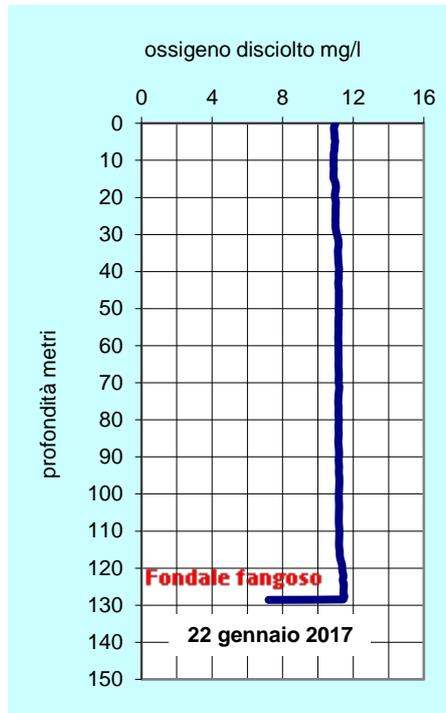
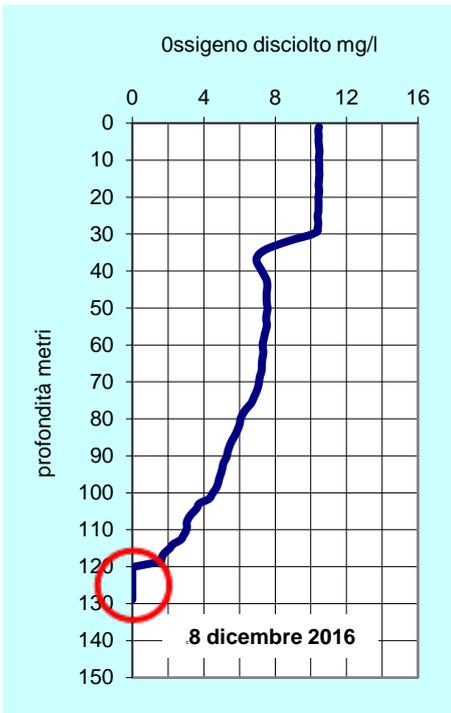
# LAGO DI BOLSENA

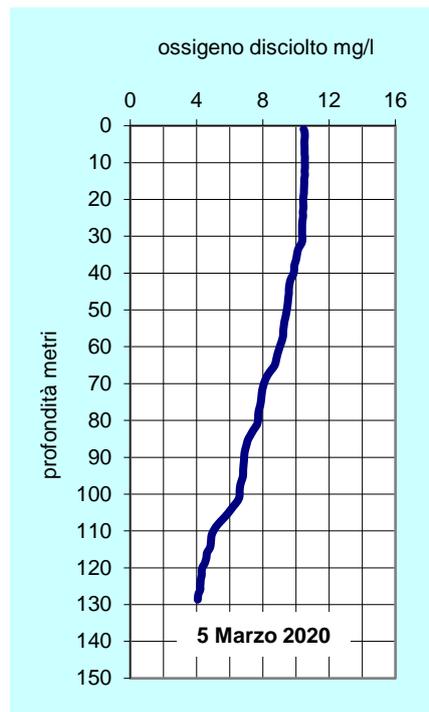
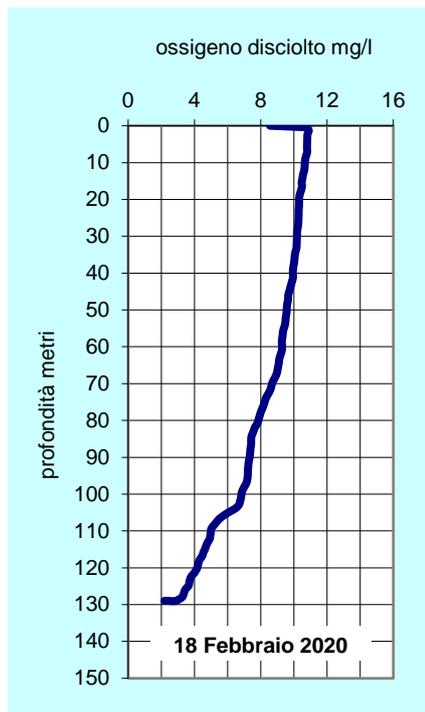
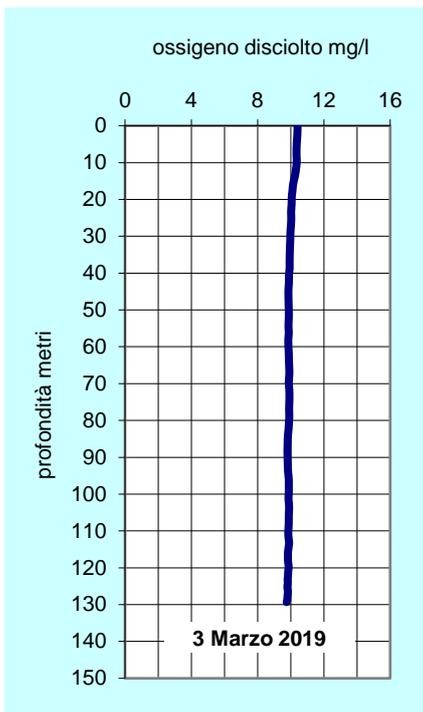
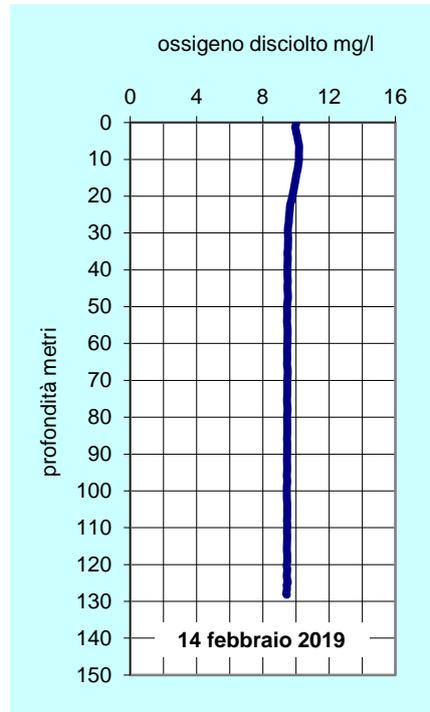
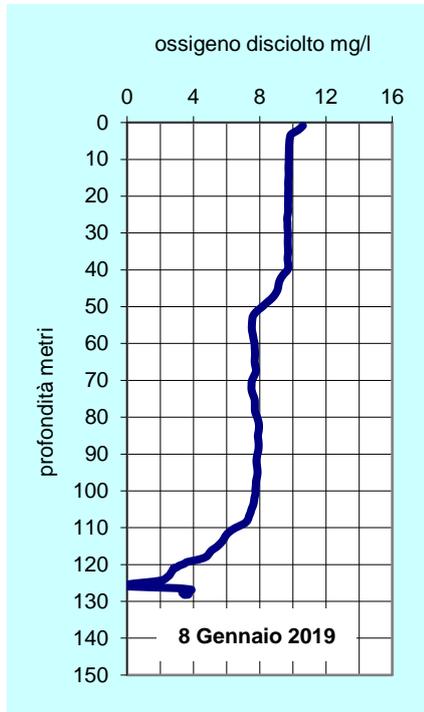
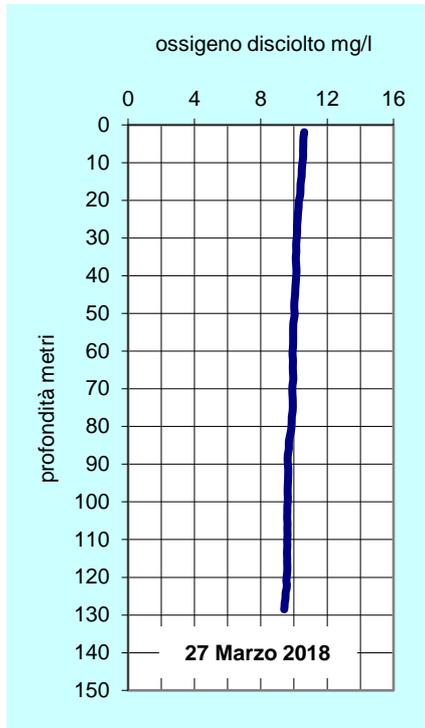
Valori giornalieri medi del vento e della temperatura rilevati all'aeroporto militare di Viterbo a quota 300 m slm, distante 20 km



# Lago di Bolsena

Profili dell'ossigeno dalla gestione COBALB a quella di TALETE



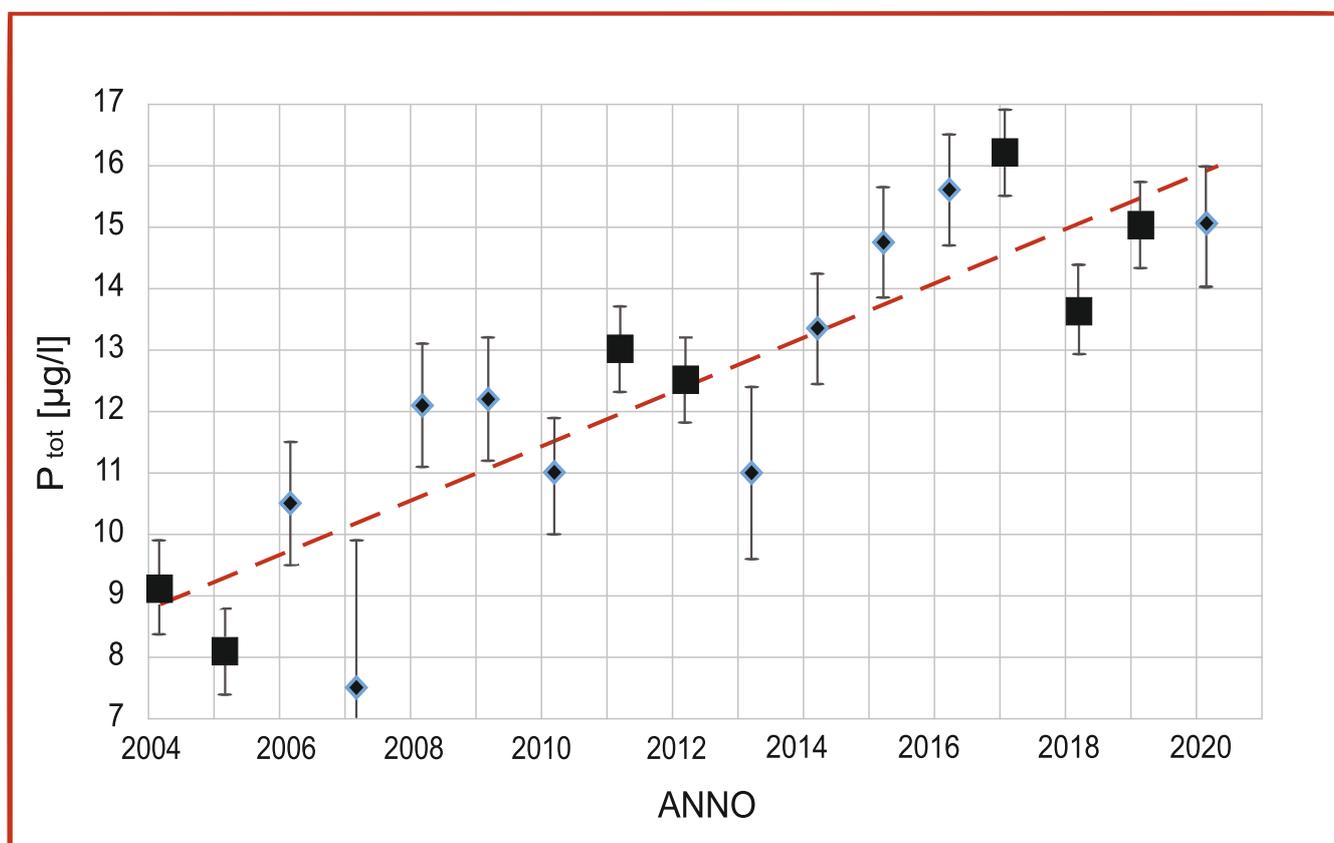


# Lago di Bolsena

Analisi del fosforo totale in microgrammi/litro su campioni prelevati nella stazione "pelagica sud" 42° 35,00 N - 11° 56,50 E fondo a 130 m nel periodo di massimo rimescolamento

m	%	2004	2005	2006	2007*	2008	2009	2010	2011	2012	2013*	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0	12	9	8	9	6	9	11	9	13	11	9	8	10	8	16	14	14	8
20	15	9	9	9	7	10	10	10	12	12	9	8	11	8	16	14	16	8
30	14	9	8	9	6	11	10	7	13	12	9	7	12	8	17	13	15	9
50	28	9	8	11	4	10	9	10	13	13	10	7	12	10	16	13	15	9
100	23	9	8	12	7	15	16	14	13	13	12	23	19	28	16	14	15	27
115	5	10	8	12	13	21	21	16	13	12	16	31	31	36	17	14	15	37
128	3	11	8	12	37	23	25	21	13	12	26	47	32	42	16	14	15	39
<b>MEIA FONDERATA</b>		<b>9,1</b>	<b>8,1</b>	<b>10,5</b>	<b>7,5</b>	<b>12,1</b>	<b>12,2</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>12,5</b>	<b>11</b>	<b>13,3</b>	<b>14,8</b>	<b>15,6</b>	<b>16,2</b>	<b>13,6</b>	<b>15</b>	<b>15</b>

\* profondità dei campionamenti del 2007 e del 2013 non affidabili a causa del sopraggiungere di un forte vento



◆ rimescolamento parziale

■ rimescolamento completo

— margine di approssimazione delle misure