

WEBINAR
**IL TRASIMENO,
UN OSSERVATORIO SUI
CAMBIAMENTI CLIMATICI**

26 AGOSTO, ORE 10.30

Introduzione

Raffaele Mascia, Direttore Dip.to territoriale Umbria Nord
Arpa Umbria

Storia Geologica del lago Trasimeno

Massimiliano Barchi, Università degli Studi di Perugia

Idrologia del lago Trasimeno

Walter Dragoni, Università degli Studi di Perugia

**Modificazioni chimiche e isotopiche del lago Trasimeno
in relazione ai cambiamenti climatici**

Francesco Frondini, Università degli Studi di Perugia

**Modificazioni chimiche e
isotopiche del lago
Trasimeno in relazione ai
Cambiamenti Climatici**

Francesco Frondini
Carlo Cardellini
Dipartimento di Fisica e Geologia
Università degli Studi di Perugia

I laghi, sono “sentinelle” dei cambiamenti climatici.

I laghi endoreici e laminari, che rispondono molto rapidamente alle variazioni di temperatura e alle altre perturbazioni antropiche, sono ottimi indicatori dei cambiamenti sia a scala locale che globale.

Variazioni di livello

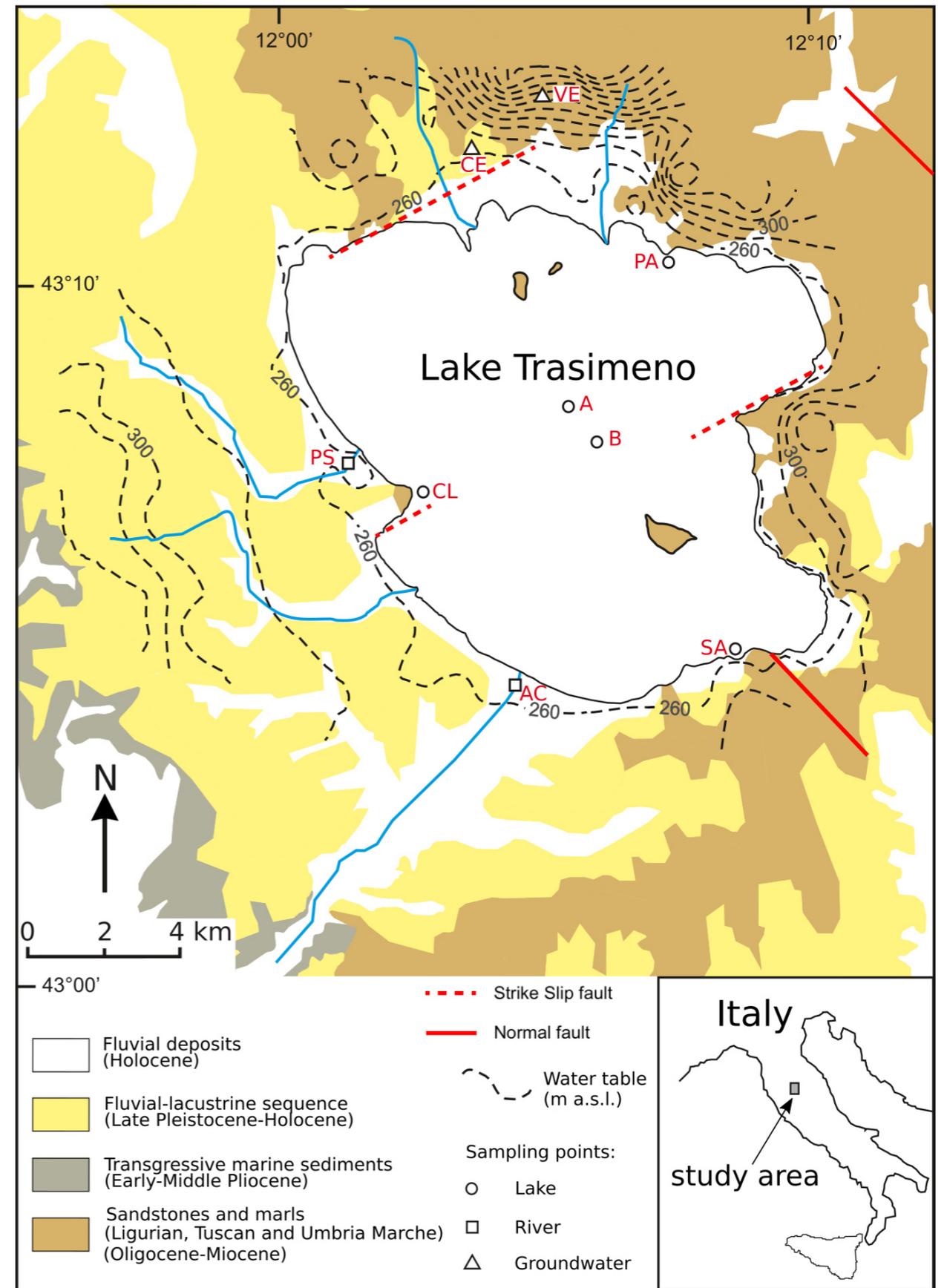
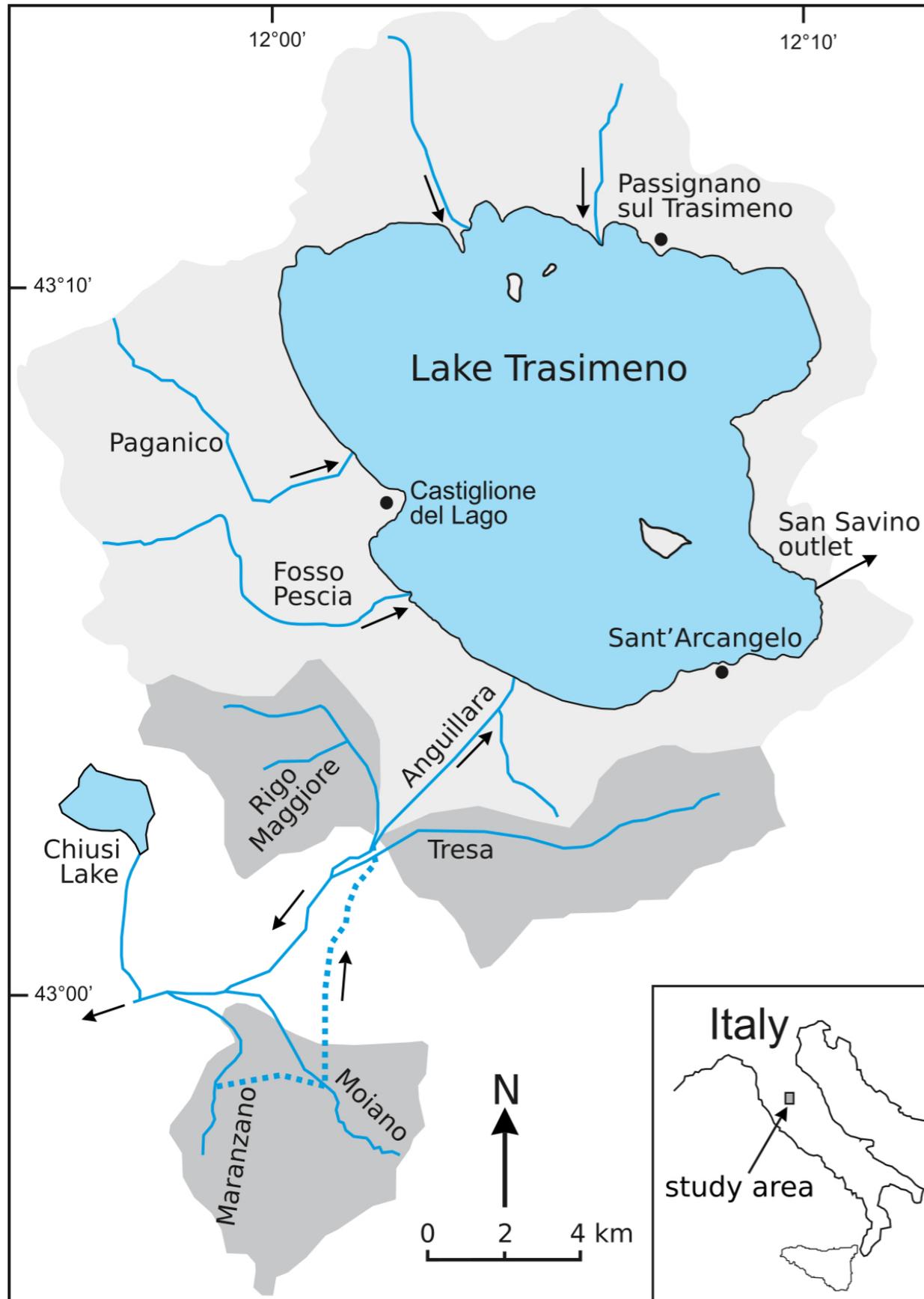
Variazioni chimico-fisiche nelle acque e nei sedimenti

Variazioni isotopiche

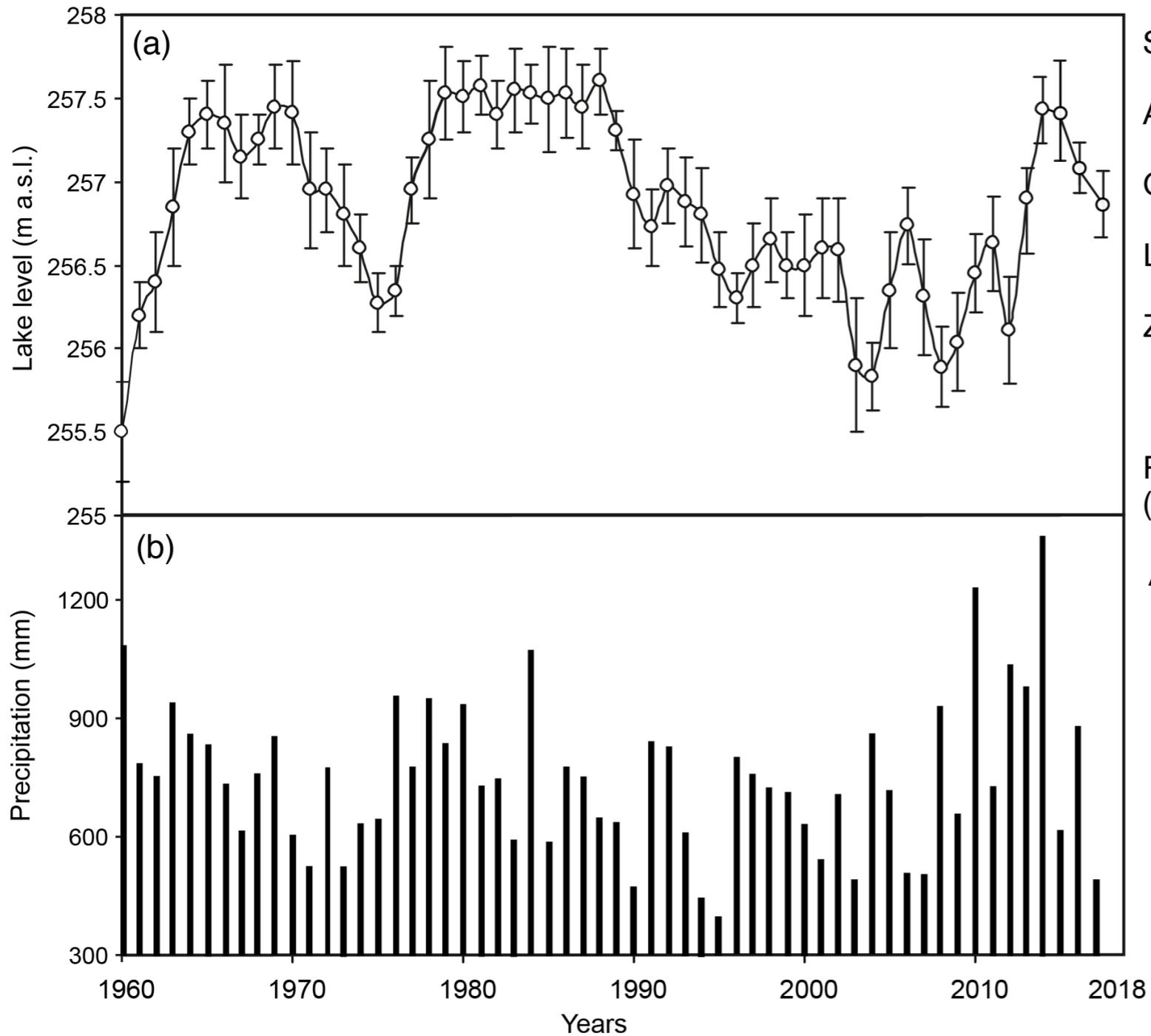
Variazioni ecologiche - effetti sulla biodiversità



Caratteristiche Geologiche e Idrogeologiche



Precipitazioni e Variazioni di Livello



Superficie del lago 116.5 - 124.5 km², (media 120.5 km²)

Area bacino (escluso lago) 264.5 km²

Quota media bacino 330 m s.l.m.

Livello medio: 257.1 m s.l.m.

Zero idrometrico: 257.33 m s.l.m.

Relazione tra precipitazioni e variazioni di livello
(Dragoni et al., 2012)

$$\Delta h = 2.195 P - 1.538$$

Chimismo delle Acque

Parametri considerati:

T°C, conducibilità, pH, Eh

Ca, Mg, Na, K, HCO₃, SO₄, Cl, NO₃, NH₄⁺

isotopi ossigeno e idrogeno

isotopi carbonio

Campionamenti dal 2006 al 2018:

65 campioni a Castiglione del Lago;

6 a Sant'Arcangelo;

4 a Passignano;

2 profili verticali a centro lago

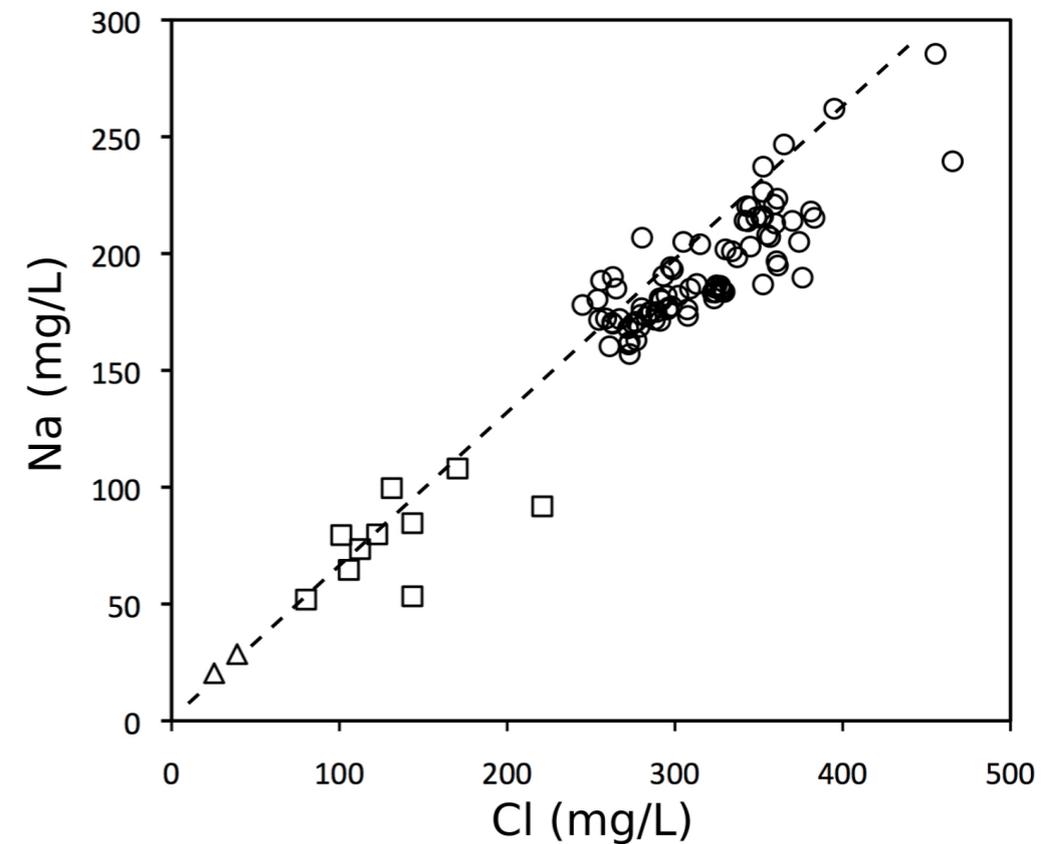
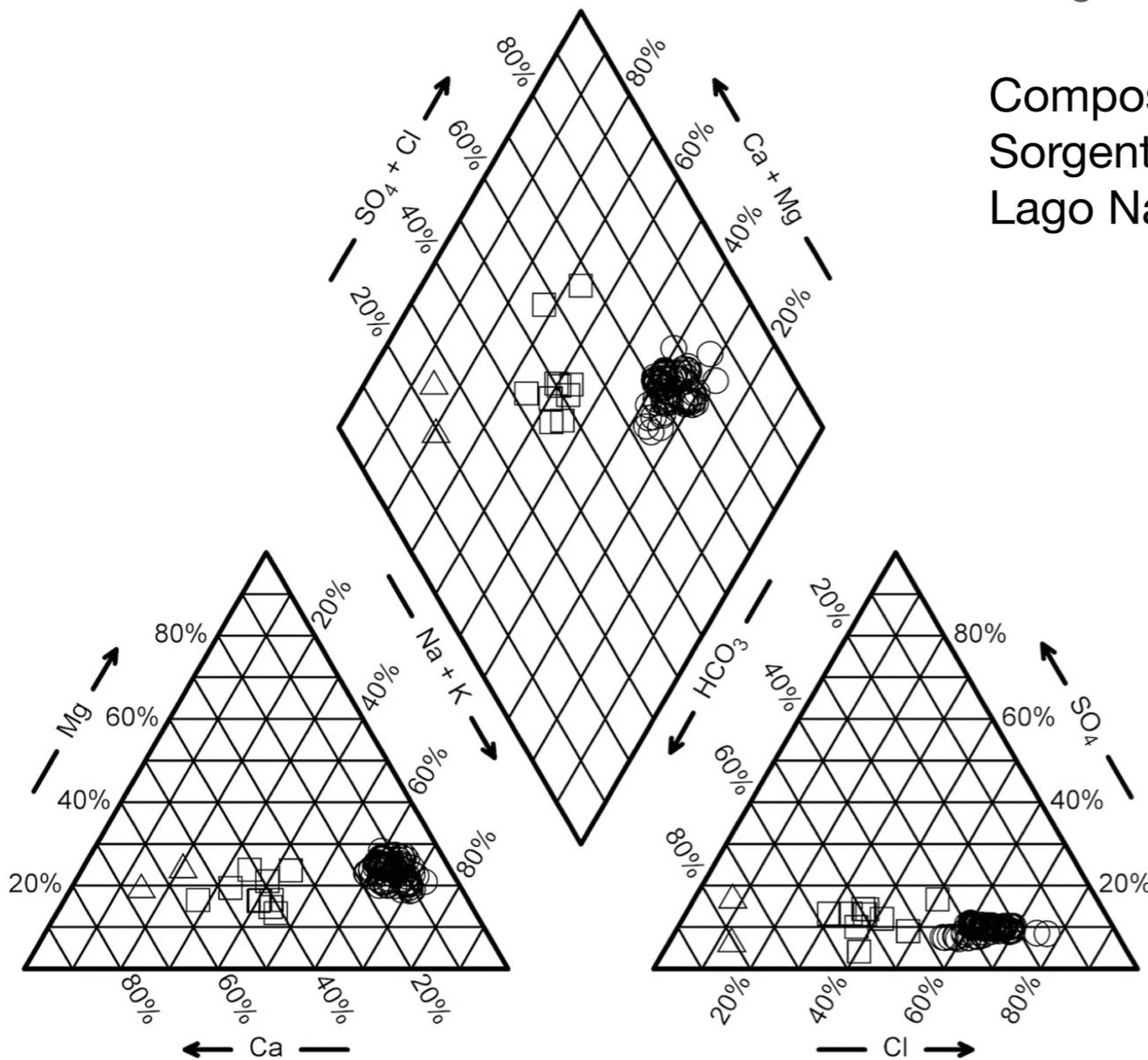
10 campioni sui due principali tributari - Anguillara e F. Paganico

2 sorgenti

Composizione delle acque

Sorgenti Ca-HCO₃ - bassa salinità

Lago Na-Cl - alta salinità, > 1g/L



Chimismo delle Acque

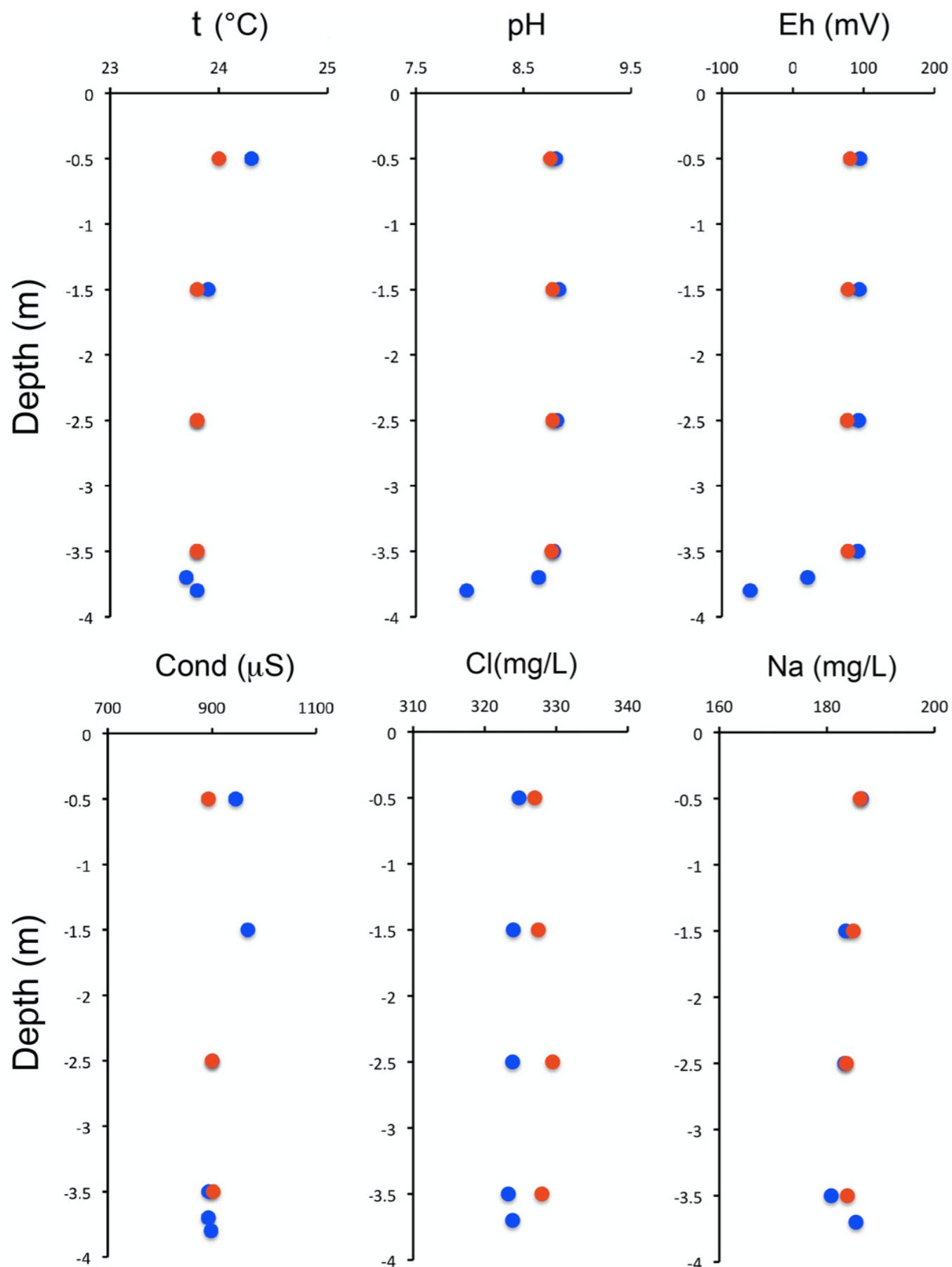
Diverse condizioni di saturazione rispetto alle principali fasi minerali.

Table 1. Saturation indexes (SI)* with respect to relevant mineral phases and log PCO_2 . For each phase are reported the average and the standard deviation values (in brackets).

	Calcite	Dolomite (ordered)	Gypsum	Fluorite	Halite	Quartz	Chalcedony	Amorfoous Silica	log ₁₀ PCO_2
Lake	0.75 (0.29)	2.94 (0.65)	-2.31 (0.08)	-2.05 (0.12)	-5.79 (0.09)	-0.32 (0.35)	-0.60 (0.35)	-1.68 (0.35)	-3.34 (0.22)
Groundwater	-0.11 (0.14)	0.44 (0.14)	-2.03 (0.31)	-2.75 (0.68)	-7.68 (0.31)	0.56 (0.14)	0.28 (0.14)	-0.82 (0.15)	-1.73 (0.19)
Rivers	0.59 (0.26)	1.93 (0.46)	-1.97 (0.28)	-2.35 (0.19)	-6.58 (0.22)	0.20 (0.30)	-0.08 (0.30)	1.17 (0.30)	-2.61 (0.17)

* $SI = \log_{10}(IAP / K_{sp})$, where IAP is the ionic activity product and K_{sp} is the solubility product. For each mineral phase: if $SI=0$, the solution is in equilibrium ($IAP=K_{sp}$); if $SI<0$, the solution is undersaturated ($IAP<K_{sp}$); if $SI>0$, the solution is supersaturated ($IAP>K_{sp}$).

Chimismo delle Acque



VARIAZIONI VERTICALI

Non si evidenziano variazioni significative con la profondità

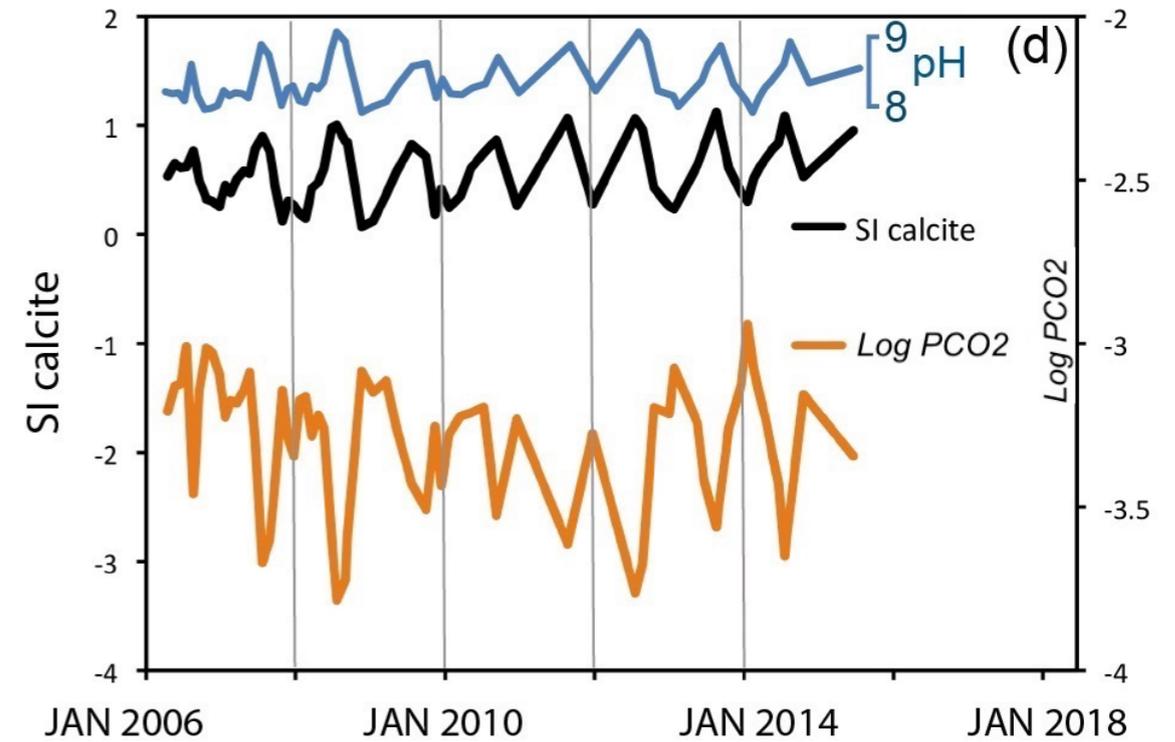
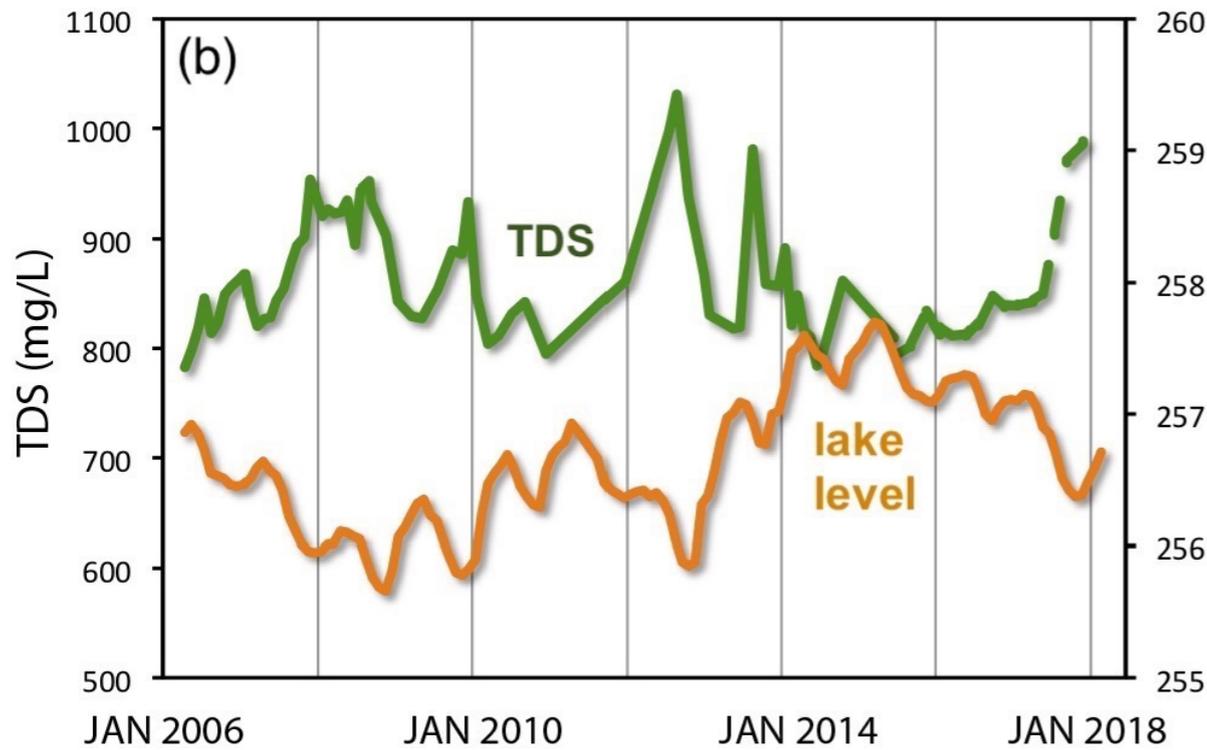
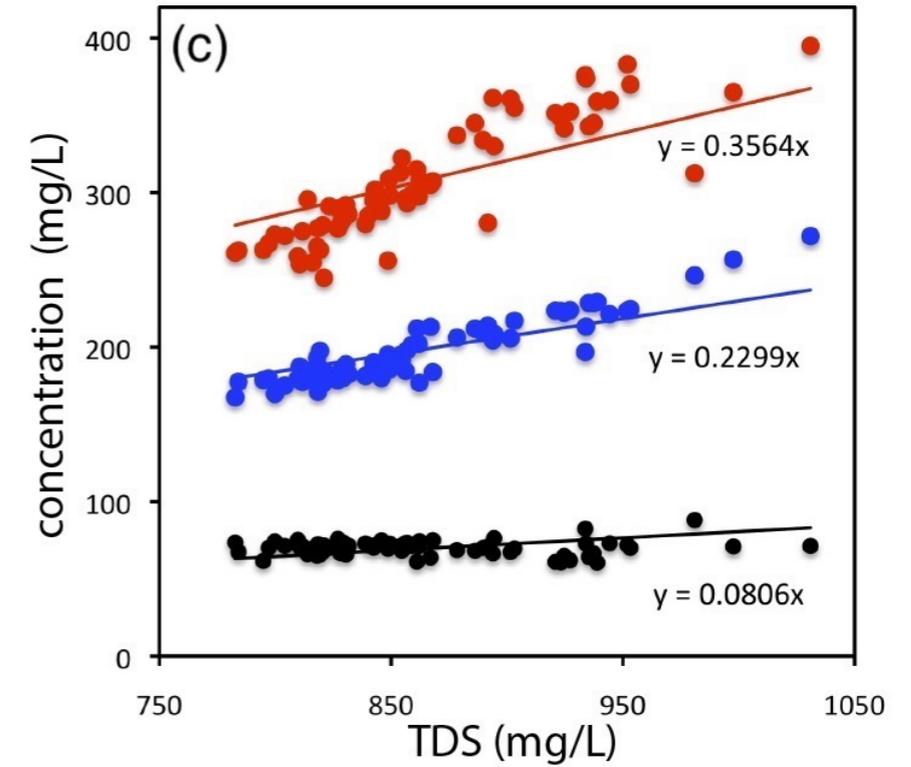
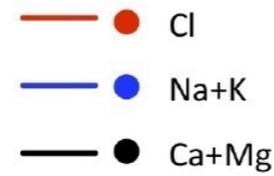
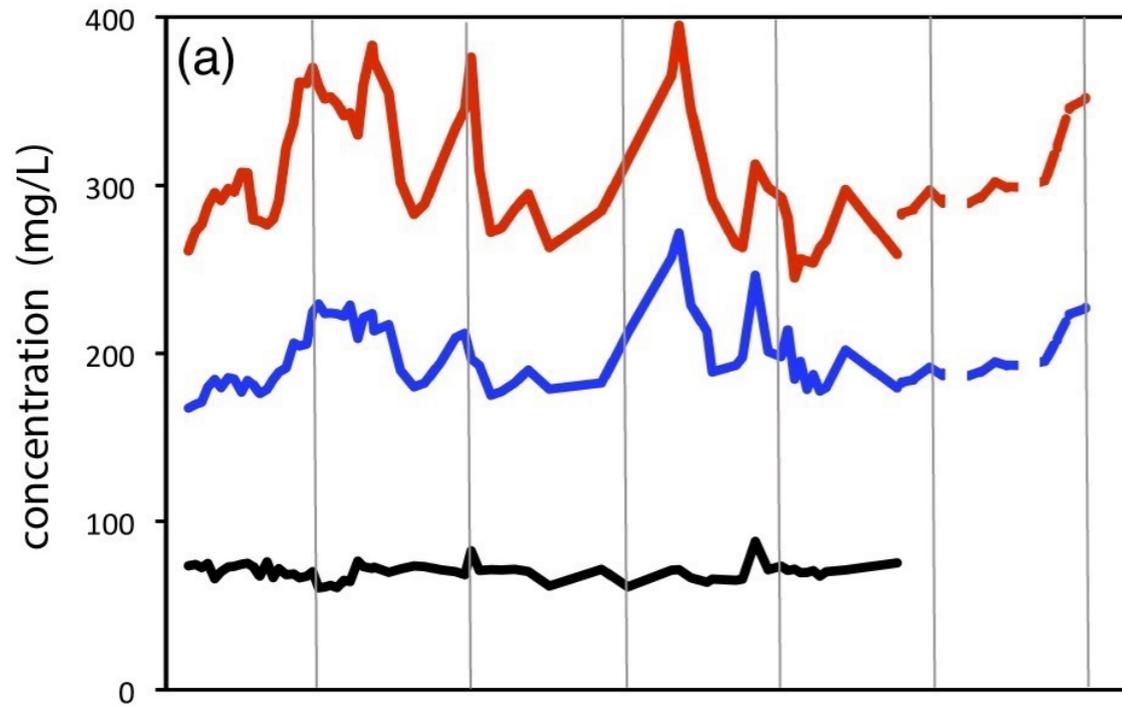
Il lago non mostra una stratificazione termica

Il lago non mostra una stratificazione "chimica"

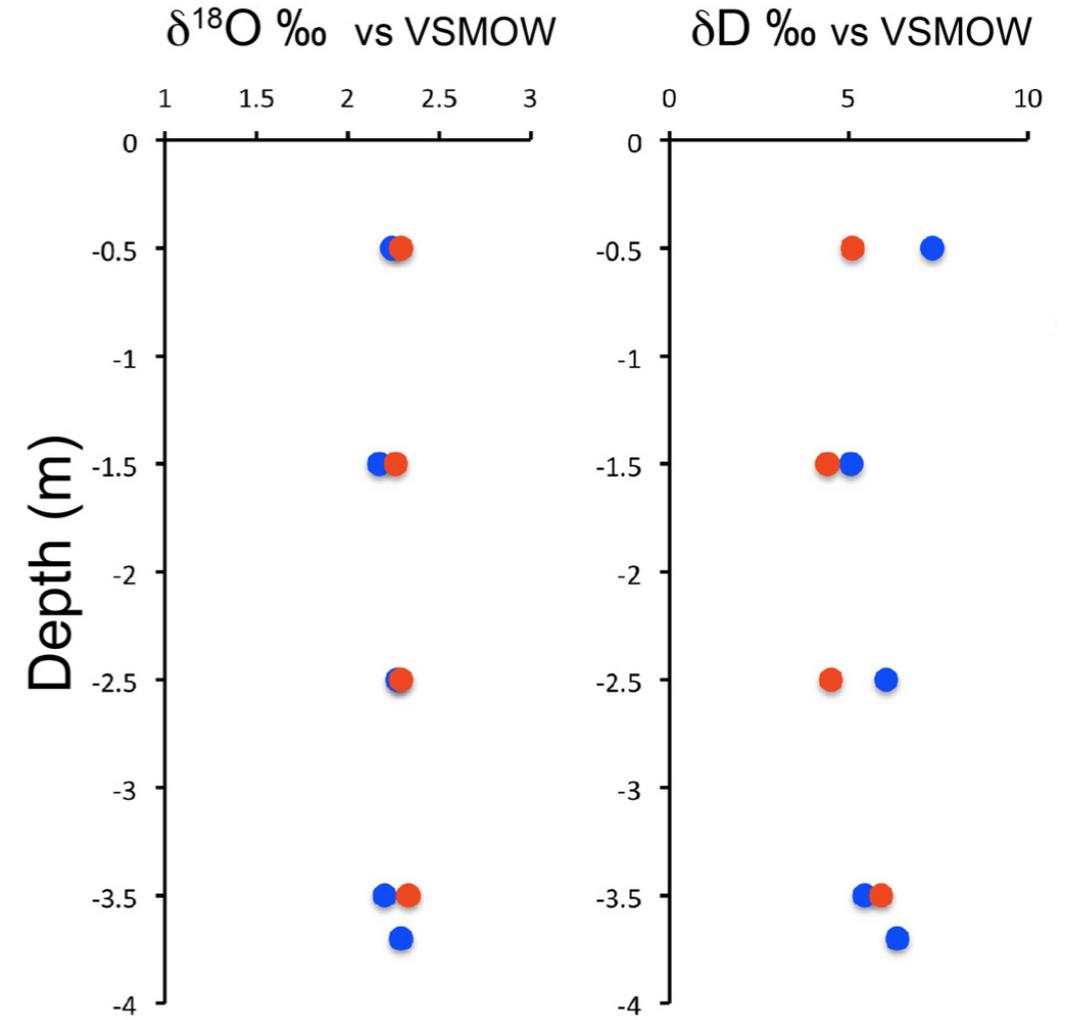
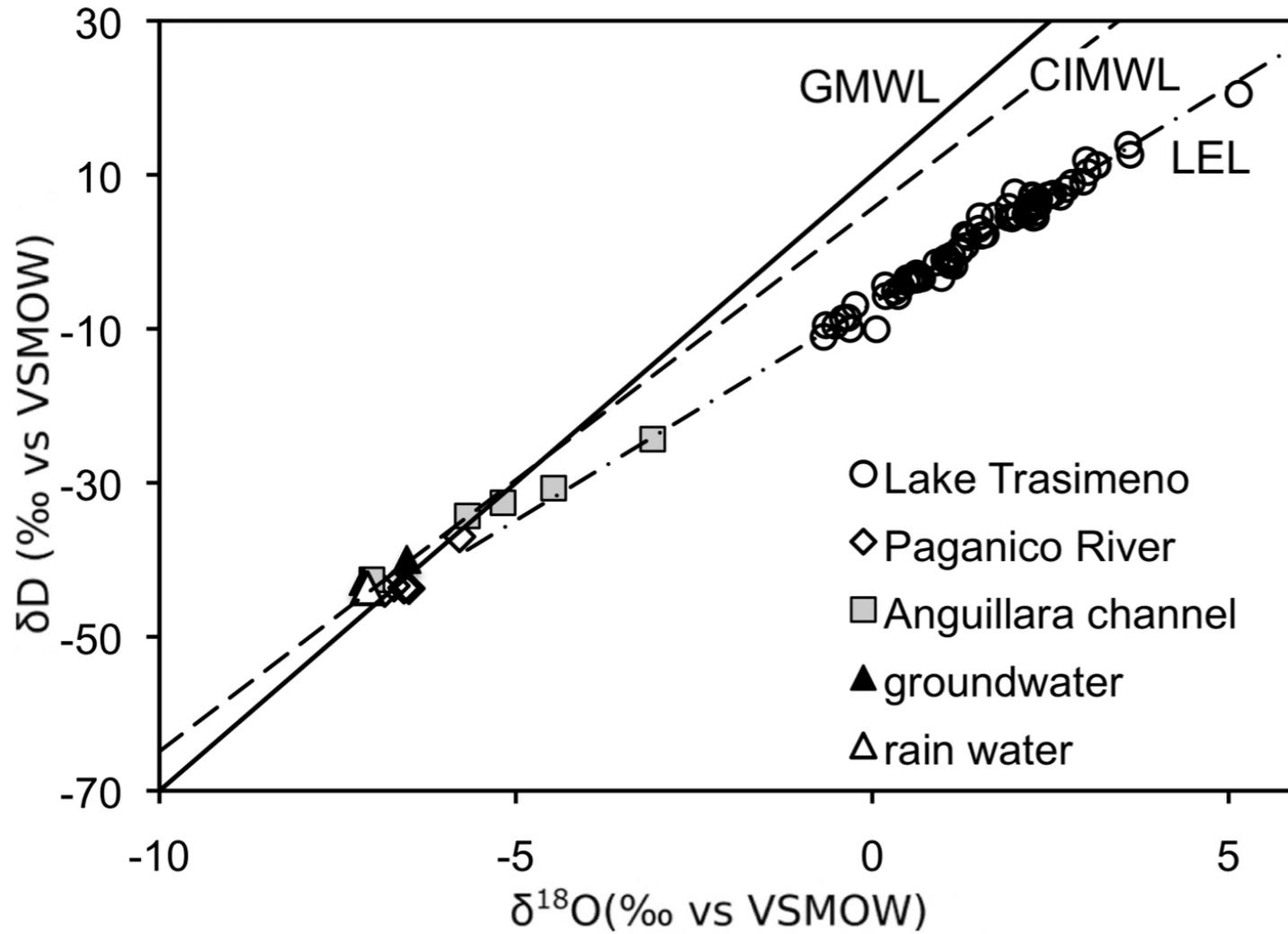
le uniche variazioni riguardano pH ed Eh indicando condizioni molto riducenti a fondo lago

Chimismo delle Acque

VARIAZIONI STAGIONALI E NEL BREVE TERMINE



Composizione isotopica



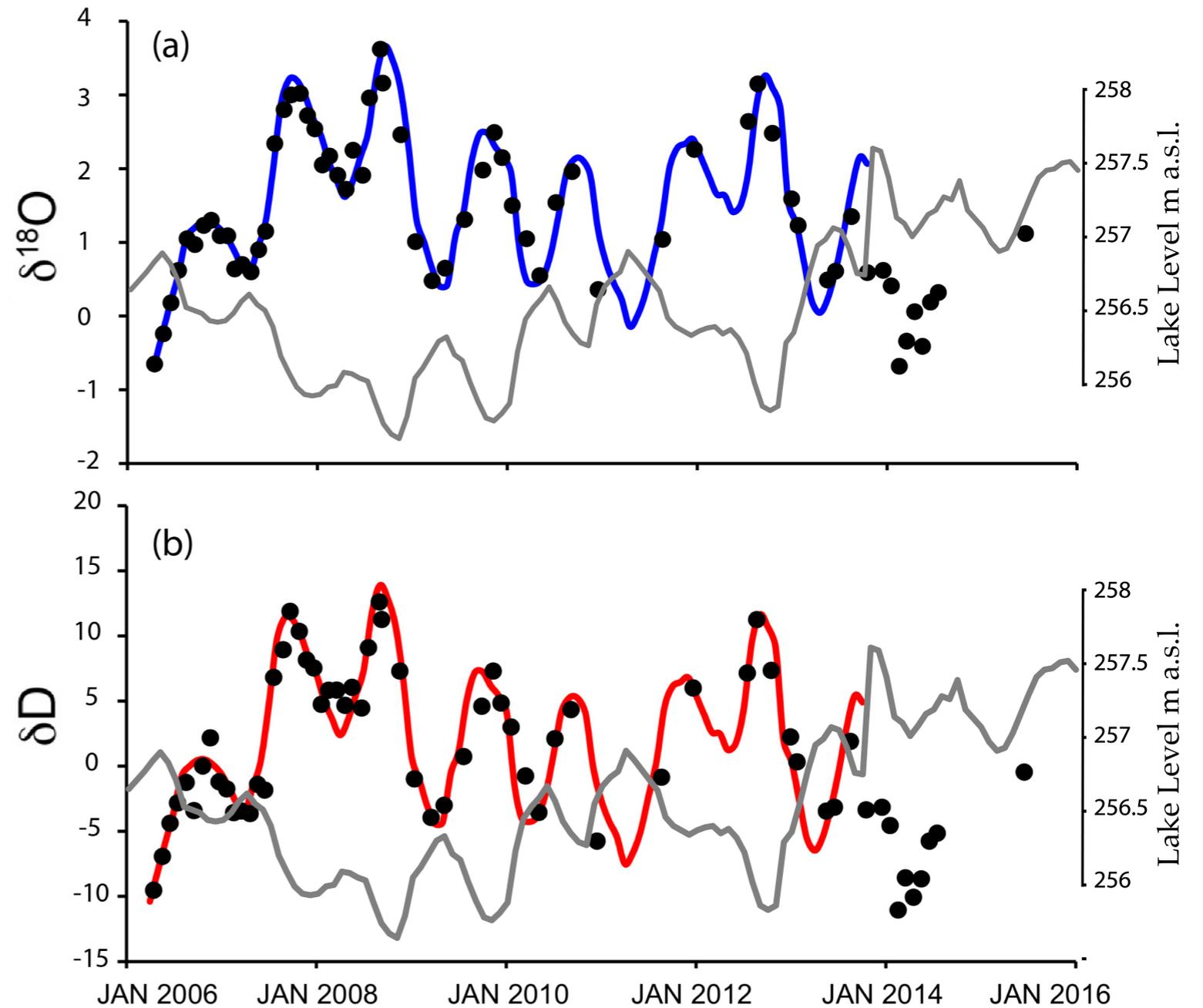
$$\delta\text{D} = 5.63 \delta^{18}\text{O} - 6.73 \quad \text{Retta locale delle acque meteoriche}$$

Composizione isotopica

Modello Isotopico basato su:
modello idrogeologico di Dragoni et al., 20012
modello Craig-Gordon per l'evaporazione

Il modello segue bene i dati reali e mostra che
le variazioni isotopiche dipendono da
P ed E

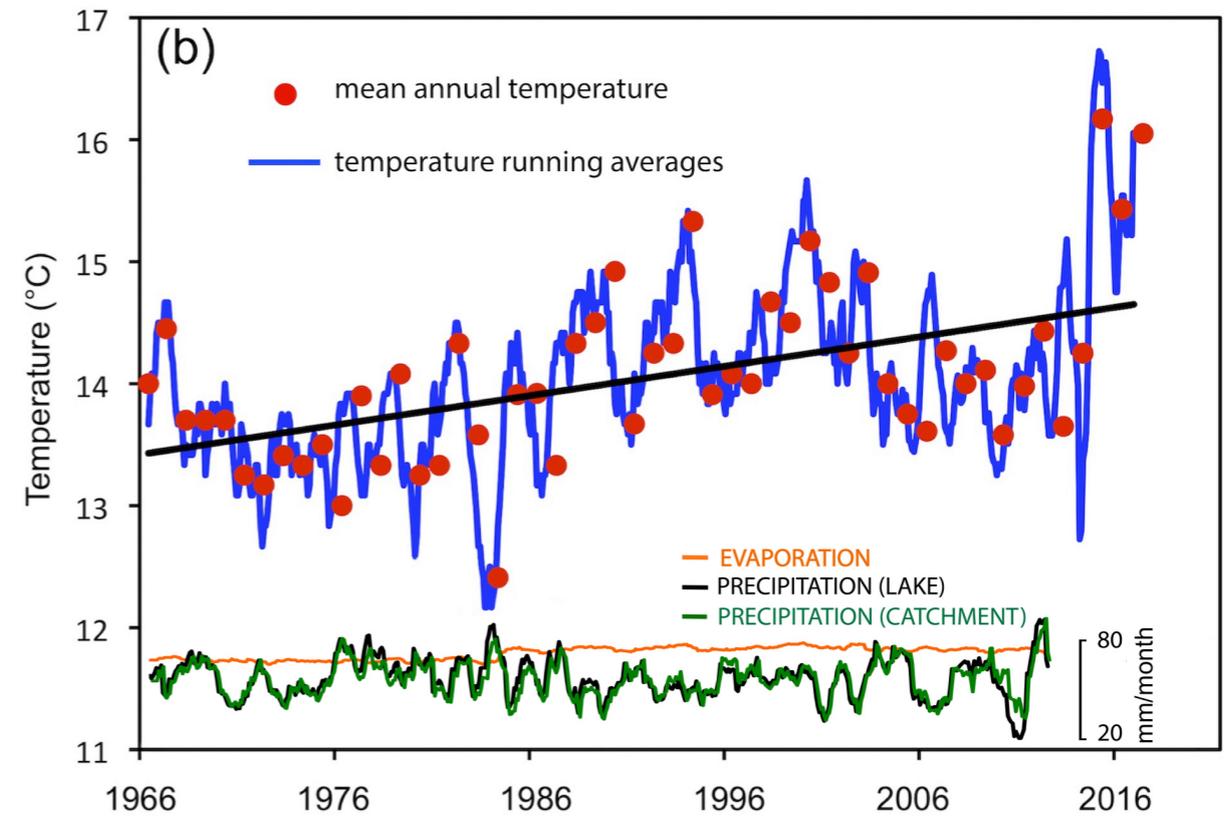
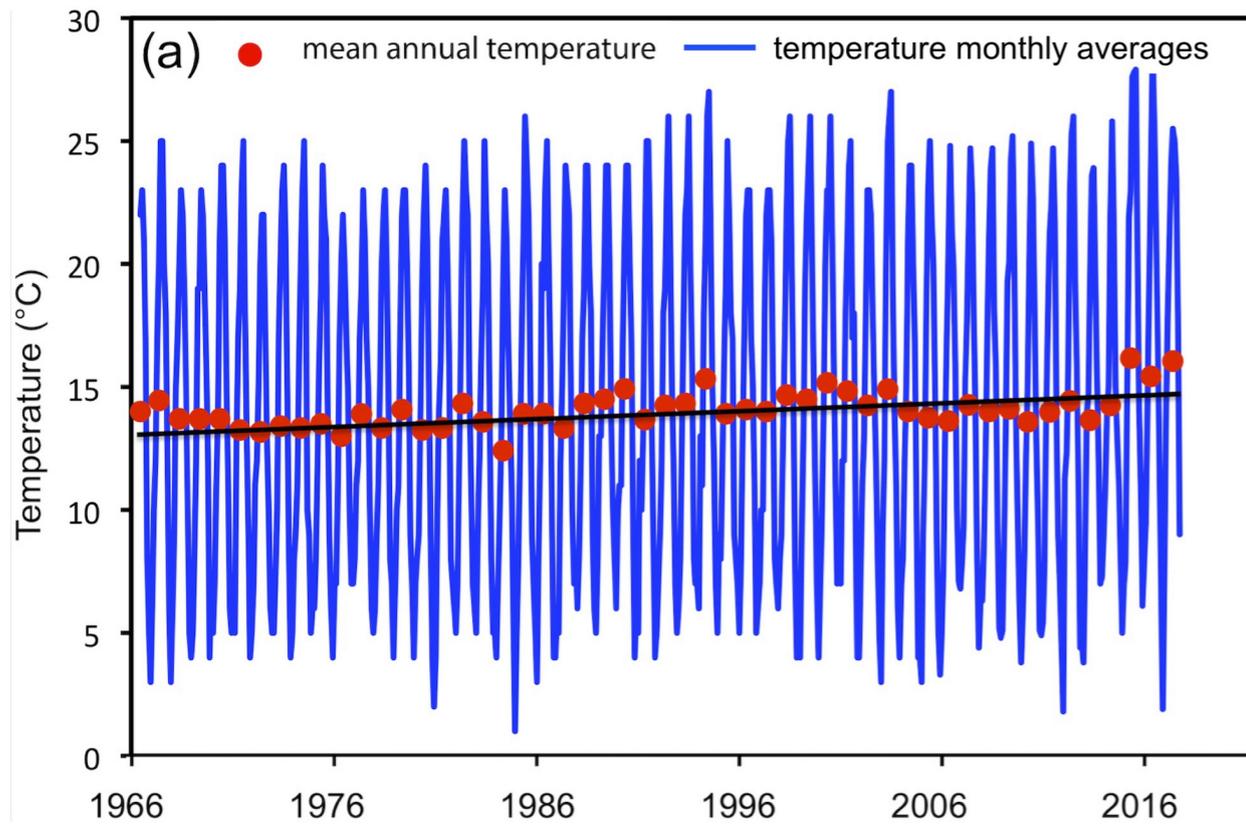
conoscendo le precipitazioni è possibile
calcolare l'evaporazione dalla composizione
isotopica del lago



$$\Delta D^{‰} = -2.03 \times 10^{-2} P + 3.19 \times 10^{-2} E - 1.35 \quad (R^2=0.870; SE=\pm 0.8^{‰})$$

$$\Delta^{18}O^{‰} = -3.19 \times 10^{-3} P + 5.69 \times 10^{-3} E - 0.26 \quad (R^2=0.885; SE=\pm 0.2^{‰})$$

VARIAZIONI NEL LUNGO TERMINE, 1960-2018



I tre anni più “caldi” sono dopo il 2010

I dieci anni più caldi dal 1960 sono tutti dopo il 1990

Incremento di temperatura 1960-2018 $0.0274 \pm 0.0063 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{y}$

Incremento evaporazione + 9%

VARIAZIONI NEL LUNGO TERMINE, 1960-2018

SALINITA' e MASSA DISCIOLTA

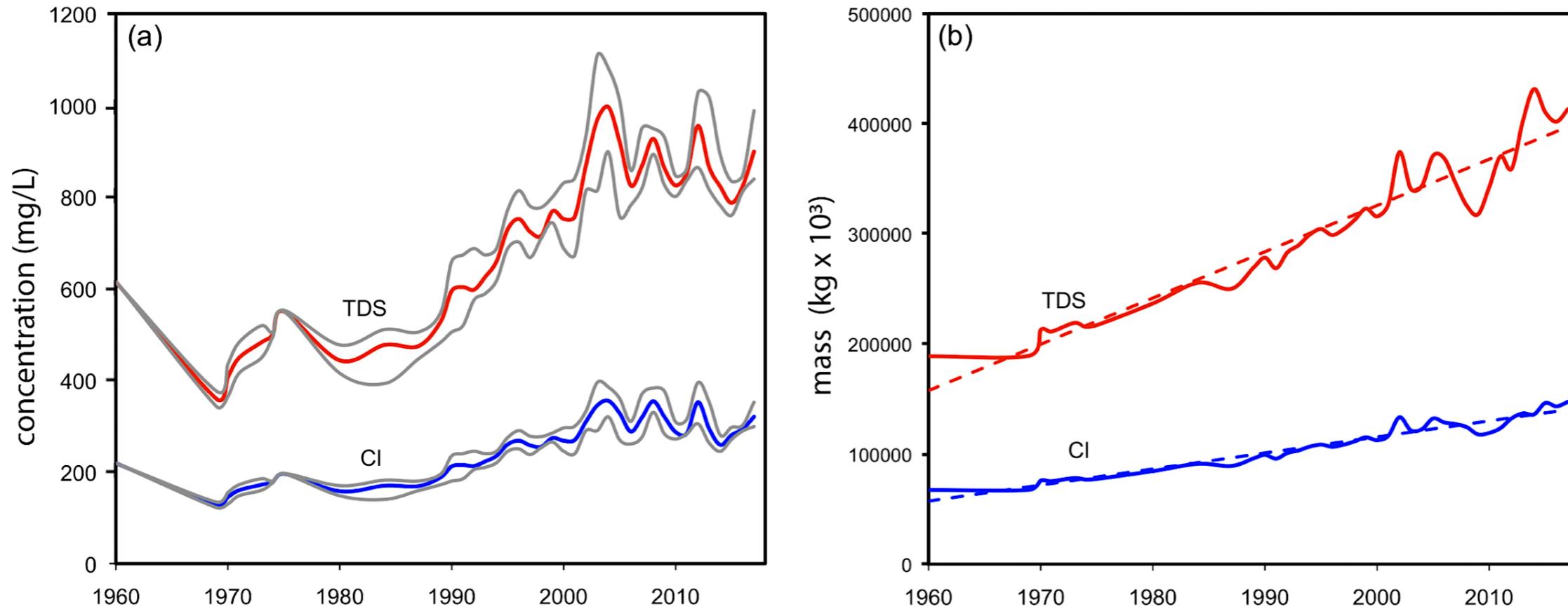


Figure 10. (a) Average values of TDS (red curve) and Cl (blue curve) from 1961 to 2018. Grey curves indicate the range of variation of the two variables; (b) total mass of dissolved ions (red) and total mass of chloride (blue) from 1961 to 2018, dotted lines represent the linear best fit of the data. Our dataset is completed with data from Ludovisi and Gaino [5], Mearelli et al. [18], ARPA-Umbria [35], Mannelli and Mancini [56], Tiberi [57-58]) and Tiberi et al. [59].

CONCLUSIONI

Nel breve termine la composizione isotopica permette di calcolare l'evaporazione

Nel lungo termine le variazioni di temperatura e di salinità forniscono una indicazione robusta della variazione di temperatura al suolo

L'incremento di temperatura al Lago Trasimeno è molto vicina alla LSAT

$$0.0254 \pm 0.0050 < \text{LSAT} < 0.0273 \pm 0.0047 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{y}$$