

## Caratteristiche idrologiche del Lago di Sauris

FRANCO STRAVISI (\*) e ANTONELLA STRAVISI (\*\*)

**RIASSUNTO.** Si descrivono le caratteristiche del lago artificiale di Sauris (Alpi Carniche) e del suo bacino idrografico. Sulla base dei dati giornalieri registrati alla diga del Lumiei, si calcolano le tipiche variazioni del livello e del volume del lago nel corso dell'anno ed il ciclo annuale medio della temperatura in funzione della profondità. Il comportamento termico del bacino appare indipendente dalle variazioni artificiali normali del livello, con un periodo di omotermia verticale (autunno-inverno) ed uno stratificato (primavera-estate). Una serie di profili verticali di temperatura e trasparenza dell'acqua conferma la situazione descritta, e mostra che la principale sorgente di torbidità è rappresentata dagli apporti terrigeni degli immissari.

### *HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SAURIS LAKE (NE ITALY)*

**ABSTRACT.** *This paper describes the characteristics of the artificial Sauris Lake (NE Italy) and of its hydrographic basin. Daily time series (lake level, water temperature, fluxes) recorded at the Lumiei dike, air temperature and precipitations at Sauris were analyzed; the typical annual cycle of the lake elevation, volume, fluxes and water temperature vs. depth are presented. Secchi disk measurements show that the runoff is the main source of water turbidity.*

### **Il bacino idrografico del Lago di Sauris**

Il corso del torrente Lumiei è stato sbarrato alla quota alveo di 852 m mediante una diga alta 136 m (fig. 1), costruita negli anni 1941-1943 e 1946-1947 in una stretta gola nelle vicinanze dell'abitato di La Maina. Il lago artificiale di Sauris esiste quindi dal 1948. La massima altezza della superficie del lago è regolata da cinque luci di sfioramento a 980 m. Lo sfruttamento avviene tramite una presa di derivazione a 897 m che porta alla centrale di Ampezzo; diversi scarichi di alleggerimento e di sicurezza convogliano all'occorrenza l'acqua a valle della diga (Semenza, 1950; Oberti, 1950; Tonini, 1950b).

Il bacino di alimentazione del Lumiei (fig. 2) ha una superficie di 59 km<sup>2</sup> ed un'altitudine media di 1492 m. Per incrementare gli afflussi al lago, è stata costruita una piccola diga, entrata in funzione nel 1949, che cattura le acque del bacino del Novarza (22 km<sup>2</sup>, altitudine media 1586 m) a 985 m e le riversa, con una galleria di 3 km, nel torrente Plottenpoch presso La Maina. Inoltre, dal 1950, vengono utilizzati anche gli apporti del

---

(\*) Università di Trieste - Dipartimento di Scienze della Terra.

(\*\*) Università di Udine - Dipartimento di Biologia Applicata alla Difesa delle Piante.

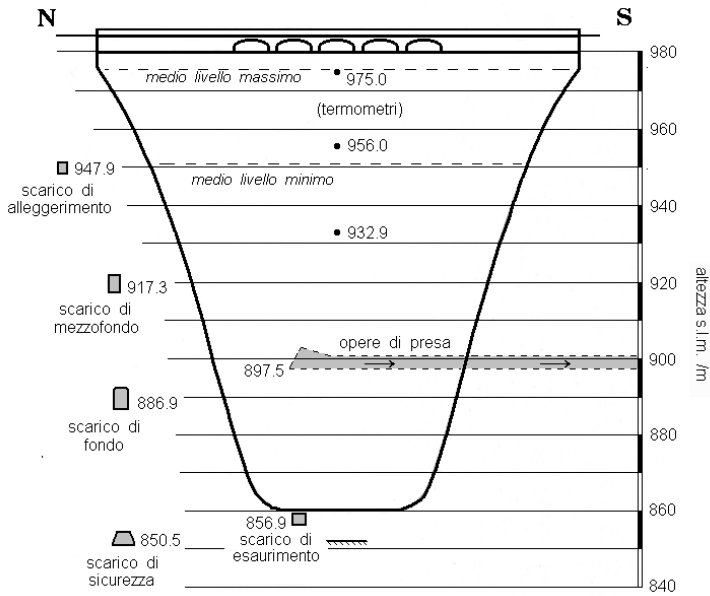


Fig. 1 - Sezione verticale della diga del Lumiei vista da monte; posizionamento delle opere di presa, degli scarichi e dei sensori per la temperatura dell'acqua. Escursione media del livello del lago (1996-1999).

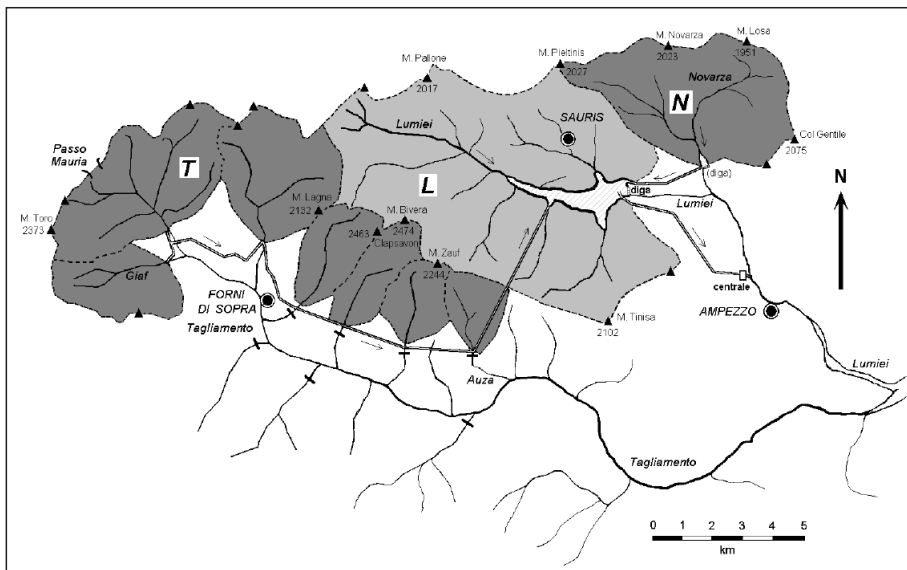


Fig. 2 - Il bacino idrografico del Lago di Sauris (Alpi Carniche): bacino dell'alto Lumiei (L), bacino del Novarza (N), bacino dell'alto Tagliamento (T).

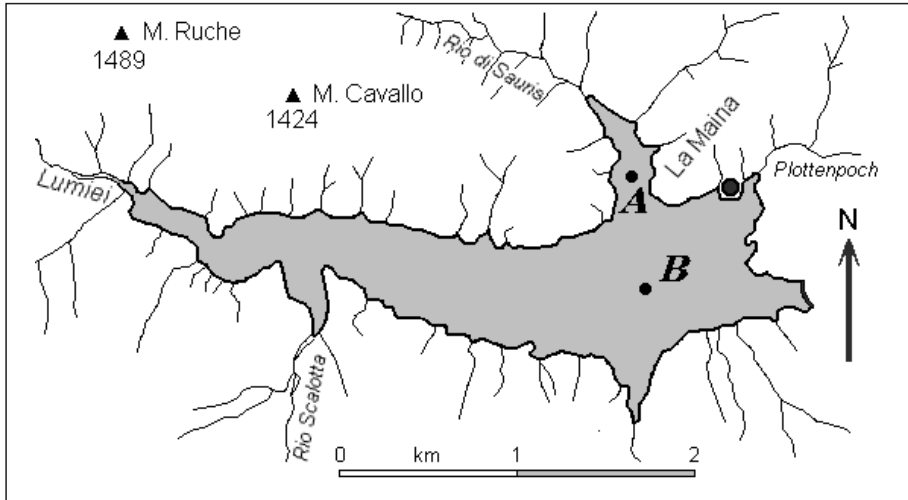


Fig. 3.- Lago di Sauris e punti di misura.

bacino del torrente Giaf, dell'alto Tagliamento e dei suoi affluenti di sinistra sino all'Auza (superficie totale 59 km<sup>2</sup>, altitudine media 1660 m), immessi nel lago di Sauris con una condotta di 18 km che sbuca nella baia del Rio Scalotta (Tonini, 1950a,b). Le precipitazioni sono misurate regolarmente nelle stazioni del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale di Passo Mauria, Forni di Sopra, Sauris e La Maina. Considerando i rapporti medi tra le precipitazioni annuali nei diversi bacini, le corrispondenti superfici ed altitudini medie, si calcola che le precipitazioni medie di Sauris e La Maina sono rappresentative dell'intero bacino idrografico del lago (140 km<sup>2</sup>).

### Morfologia del Lago di Sauris

Un accurato rilevamento topografico del bacino è stato eseguito prima della costruzione della diga. Dai rilievi originali, Romualdi e Spadea (1966) hanno ricavato il profilo batimetrico di 39 sezioni trasversali lungo una linea longitudinale dal Lumiei alla diga. I dati qui riportati sono stati ricavati da questa fonte.

La fig. 4 riporta il profilo batimetrico del lago lungo la linea di valle da ovest ad est, e lungo una sezione trasversale sud-nord per il punto B. La superficie di riferimento corrisponde alla quota massima di 980 m, dove la lunghezza del lago è di quasi 4 km, con una superficie di 1.6 km<sup>2</sup> ed un volume di 73 M m<sup>3</sup>.

Volume  $V$  e superficie  $S$  del bacino in funzione dell'altezza  $h$  del lago sono riportati nella fig. 5. Le curve sono state ricavate dai dati medi giornalieri (ENEL, anni 1993-1999) delle altezze misurate e dei volumi calcolati:

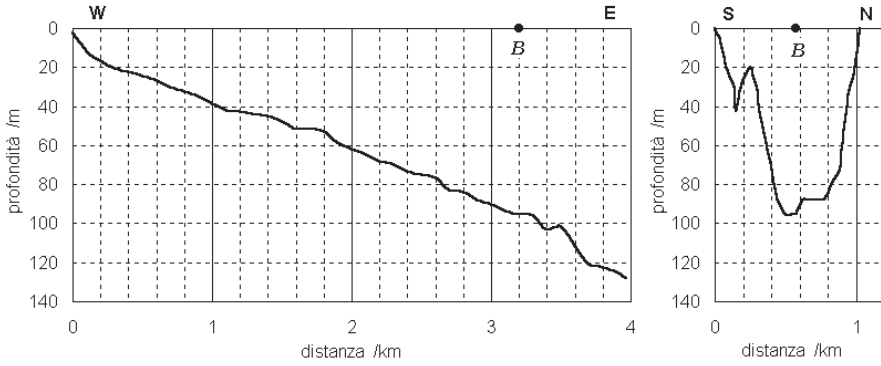


Fig. 4 - Profondità del lago di Sauris lungo la linea di valle longitudinale (vista da sud; a sinistra) e lungo una sezione trasversale per il punto B (vista dalla diga; a destra). La superficie è posta alla quota di 980 m.

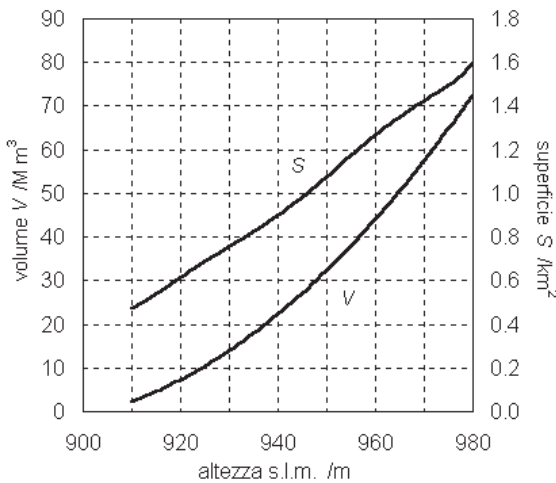


Fig. 5 - Volume e superficie del Lago di Sauris in funzione dell'altezza.

$$V(h) = 0.008433 h^2 - 14.936 h + 6610.7 \quad \text{M m}^3$$

(per  $h$  tra 910 e 980 m). La superficie si ottiene dal rapporto tra gli incrementi giornalieri di volume e di livello; in prima approssimazione risulta che

$$S(h) = 0.0162 h - 14.3 \quad \text{km}^2.$$

Nota la geometria del bacino, si possono calcolare i periodi caratteristici delle oscillazioni libere del livello (sesse). Applicando sia la formula di Merian che quella ricavata per un bacino di

profondità linearmente variabile (Stravisi, 1975) con una pendenza di 29.9 m/km, per altezze del lago comprese tra 950 e 980 m, si ottiene per la sessa fondamentale un periodo medio di  $6.2 \pm 0.4$  min. Romualdi e Spadea (1966), usando il metodo di Hidaka, hanno calcolato un periodo di 6.1 min (980 m) e 4.9 min (939 m); Caloi *et al.* (1967) hanno effettivamente misurato, a lago pieno, periodi di oscillazione di 6.1 min. L'ampiezza delle oscillazioni è minima, dell'ordine di 1 cm; l'innesco è normalmente causato dal vento.

## Variazioni dell'altezza e del volume del lago

Il lago artificiale di Sauris viene sfruttato per la produzione di energia elettrica prevalentemente nella stagione invernale; durante l'estate il serbatoio viene riportato ai livelli massimi. Le variazioni delle altezze medie giornaliere negli anni 1996-1999 (dai dati ENEL) sono rappresentate nella fig. 6.

L'andamento medio 1996-1999 dell'altezza del lago nel corso dell'anno è riportato nella fig. 7. L'altezza media è di 966.4 m, la minima 950.8 m, la massima 975.7 m; i volumi corrispondenti sono rispettivamente 53.1, 33.5 e 65.9 M m<sup>3</sup> (fig. 8).

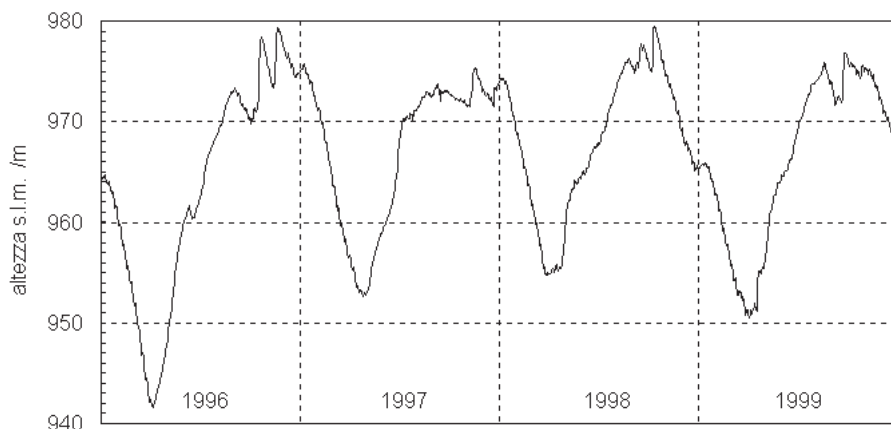


Fig. 6 - Serie 1996-1999 delle altezze medie giornaliere del Lago di Sauris (fonte: ENEL).

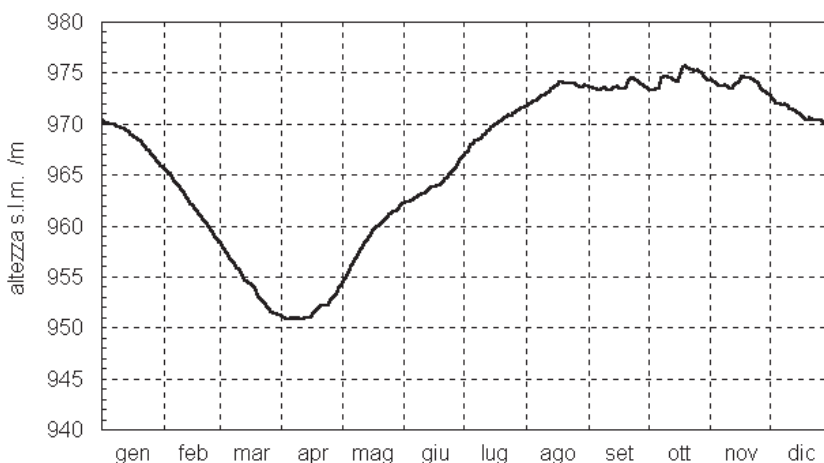


Fig. 7 - Variazione media (1996-1999) del livello del Lago di Sauris nel corso dell'anno.

Normalmente il volume massimo, mantenuto da agosto a novembre, è circa il doppio di quello minimo (in aprile). Nella fig. 8 sono rappresentati anche gli andamenti medi nell'anno delle portate uscenti dal lago, misurate nella centrale idroelettrica ENEL di Ampezzo, e di quelle entranti nel lago, calcolate per differenza dagli incrementi giornalieri di volume. Le serie giornaliere delle portate, fortemente variabili, sono state filtrate con una media mobile settimanale.

I dati medi mensili, stagionali ed annuali sono riassunti nella tab. 1. Il flusso medio annuale che alimenta il bacino ( $118 \text{ M m}^3/\text{a}$ , sottratta l'evaporazione dalla superficie del lago, circa  $1.4 \text{ M m}^3/\text{a}$ ) pareggia quello prelevato ai fini idroelettrici e corrisponde a 2.2 volte il volume medio annuale del lago. Nel periodo 1996-1999 le precipitazioni medie nella Valle di Sauris (Stravisi, 2002) sono state di  $1342 \text{ mm/a}$ , pari a  $188 \text{ M m}^3/\text{a}$  sul bacino imbrifero complessivo ( $140 \text{ km}^2$ ) di alimentazione del lago. Il coefficiente utile di deflusso è quindi pari a 0.63;  $70 \text{ M m}^3/\text{a}$  vengono «perduti», principalmente per processi di evapotraspirazione.

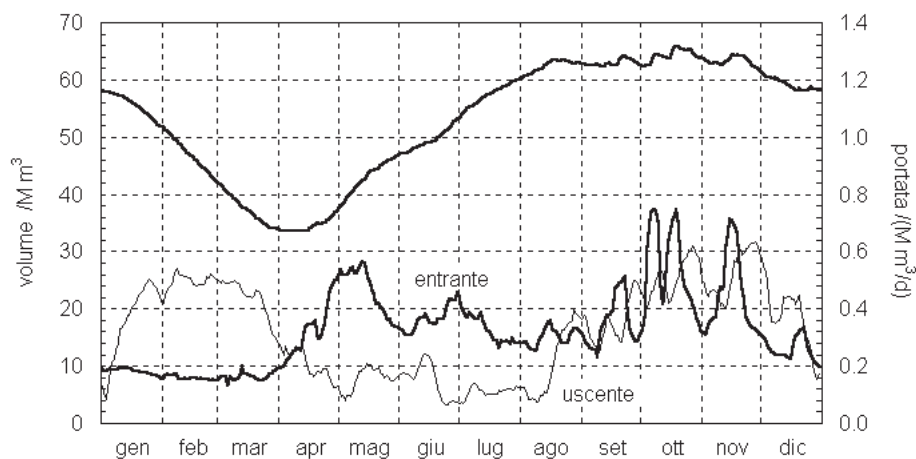


Fig. 8 - Variazione media (1996-1999) del volume del Lago di Sauris e delle portate entranti nel ed uscenti dal lago nel corso dell'anno.

## La temperatura dell'acqua

Nel corso di uno studio sulle comunità planctoniche del Lago di Sauris (Stravisi A., 2001) sono stati eseguiti, nel corso del 1999, diversi profili verticali di temperatura in quattro punti di stazione, per mezzo di un termometro marino a rovesciamento. I dati della stazione «B», situata in un punto centrale del lago (profondità massima 95 m; fig. 3, 4) sono i più completi (tab. 2) e si prestano ad una analisi più approfondita. Nelle giornate di misura la profondità nel punto di stazione era compresa tra 80 e 91 m, con una media di 87 m.

**Tab. 1**

	altezza (m)	volume (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	ΔV	V <sub>in</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	V <sub>out</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )		altezza (m)	volume (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	ΔV	V <sub>in</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	V <sub>out</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
GEN	968.6	55.7	-6.4	4.7	11.1	I	967.4	54.3	-19.5	17.2	36.7
FEB	962.2	47.1	-9.5	4.4	14.0						
MAR	954.3	37.4	-8.3	5.1	13.3						
APR	951.7	34.5	3.2	9.7	6.5						
MAG	959.0	43.0	9.8	14.3	4.6	P	955.0	38.3	4.6	29.1	24.4
GIU	964.1	49.4	6.3	11.0	4.7	E	969.1	56.4	16.0	30.6	14.7
LUG	969.7	57.2	6.8	10.2	3.4						
AGO	973.3	62.4	2.9	9.5	6.5						
SET	973.7	63.0	-0.1	10.5	10.6	A	974.1	63.5	-1.1	40.9	42.0
OTT	974.6	64.3	0.9	16.9	15.9						
NOV	973.9	63.3	-1.9	13.5	15.5						
DIC	971.0	59.3	-3.6	8.1	11.6						
anno	<b>966.4</b>	<b>53.1</b>	<b>0.0</b>	<b>117.8</b>	<b>117.8</b>		<b>966.4</b>	<b>53.1</b>	<b>0.0</b>	<b>117.8</b>	<b>117.8</b>

Lago di Sauris, medie mensili e stagionali 1996-1999: altezza, volume e incremento di volume del lago, volume entrato e volume derivato dal bacino.

**Tab. 2**

z /m	30/5/99	13/6/99	11/7/99	25/7/99	16/8/99	5/9/99	4/10/99	31/10/99
	150	164	192	206	228	248	277	304
0	14.10	15.40	17.00	17.00	18.00	16.50	13.00	12.00
1	14.06	15.45	17.05	16.70	17.50	16.20	13.50	12.20
2	13.82	15.26	17.10	16.49	17.00	15.80	14.01	12.41
5	11.70	13.75	15.64	16.05	16.49	15.75	14.01	12.21
10	10.06	12.04	14.07	14.79	15.39	15.30	13.81	12.10
15	9.38	10.50	13.00	14.00	14.70	15.00	13.70	12.10
20		9.47	11.77	13.18	13.90	14.80	13.60	12.10
30		7.15	9.35	9.66	12.38	14.30	13.50	12.10
40		6.27	7.55	8.21	10.30	12.69	13.50	12.20
50		5.96	7.56	6.53	8.40	11.00	13.50	12.40
60		5.86	7.52	6.03	6.84	9.46	12.00	12.51
sup. /m	965	966	971	974	976	972	976	975
fondo /m	80	81	87	89	91	87	91	90

Profili verticali di temperatura nel Lago di Sauris (punto di stazione B); altezza della superficie del lago e profondità del bacino in B.

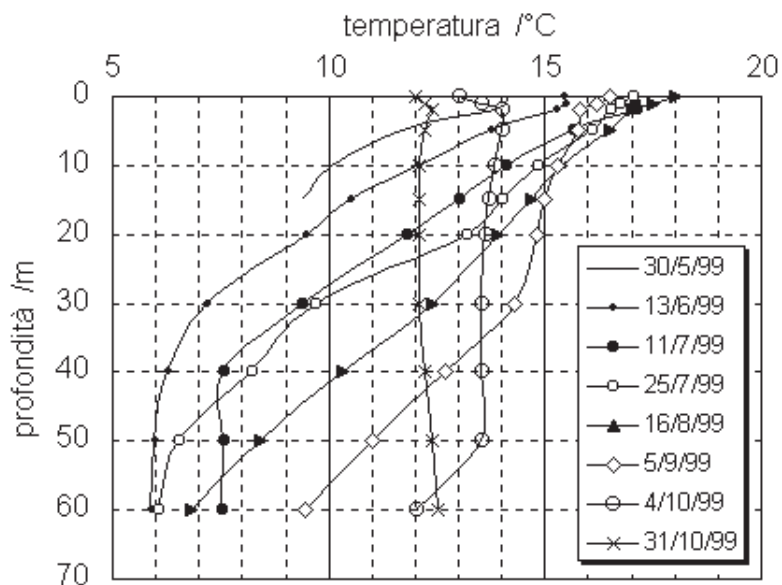


Fig. 9 - Profili verticali di temperatura nel Lago di Sauris (punto B).

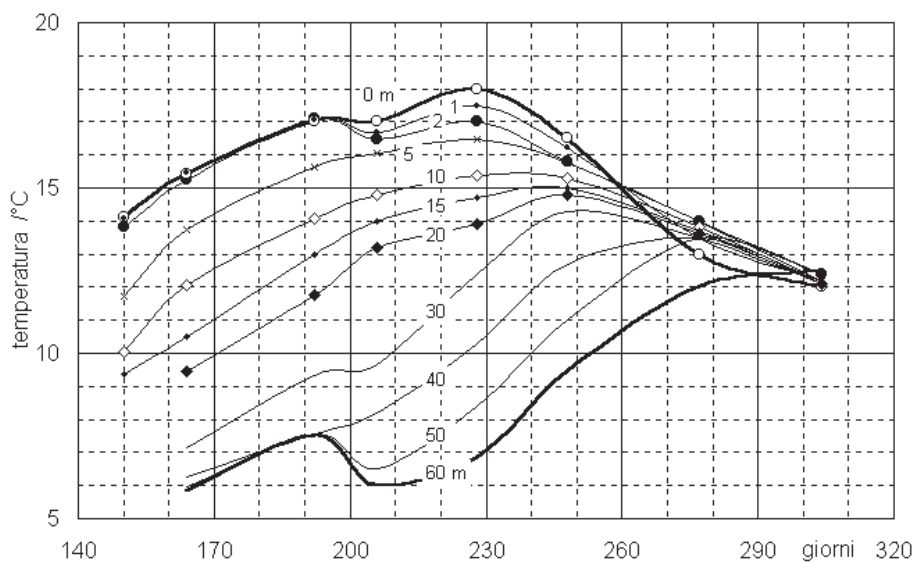


Fig. 10 - Temperatura in funzione del giorno dell'anno a varie profondità (0-60 m) nel Lago di Sauris (punto B, anno 1999).



I profili verticali della temperatura dell'acqua sono riportati nella fig. 9; nella fig. 10 le serie di temperatura a profondità fissa, dalla superficie a 60 m, sono riportate in funzione del tempo (giorno dell'anno). Sono evidenti le ben note caratteristiche di un'onda termica annuale che si propaga in profondità: il massimo annuale diminuisce e ritarda progressivamente. Mancano purtroppo i dati del periodo invernale (la superficie del lago era per buona parte del tempo ghiacciata); inoltre anche le massime dello strato superficiale risentono del brusco abbassamento della temperatura verificatosi, con abbondante pioggia, il 23 luglio. In questo particolare anno comunque la temperatura massima dell'acqua è di 18 °C in superficie ai primi di agosto, di 12.5 °C a 60 m all'inizio di novembre (fig. 11).

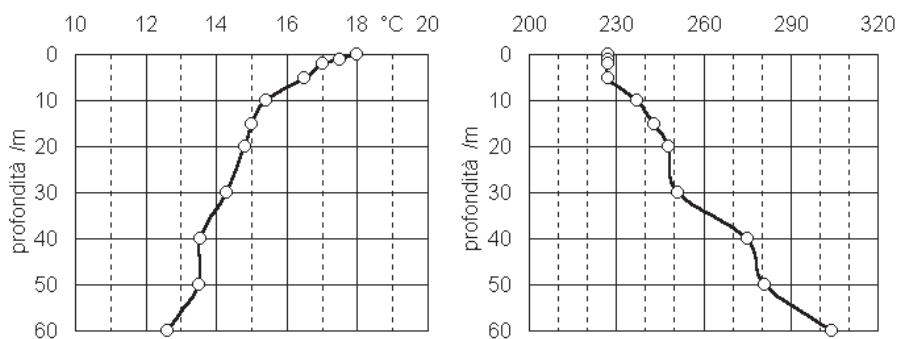


Fig. 11 - Massima temperatura in funzione della profondità nel Lago di Sauris e giorno di occorrenza (punto B, anno 1999).

Per poter descrivere in modo più esauriente la propagazione dell'onda termica annuale in profondità si è deciso di sfruttare le misure giornaliere della temperatura dell'acqua effettuate dall'ENEL per mezzo di termometri fissi sulla diga del Lumiei alle quote di 975.0, 956.0 e 932.9 m (fig. 1). La profondità dei termometri varia naturalmente nel tempo al variare del livello del lago; il termometro più alto, in particolare, si trova quasi sempre emerso. La fig. 12 riporta, a titolo d'esempio, l'andamento medio (1996-1999) nell'anno della temperatura e della profondità (tra 18 e 43 m) del termometro posto alla quota più bassa.

L'insieme dei dati giornalieri 1996-1999 dei tre termometri è stato suddiviso in quattro sottoinsiemi corrispondenti a quattro strati sovrapposti, scelti per la loro omogeneità termica: (a) profondità comprese tra 0 e 2.5 m, (b) tra 2.5 e 10 m, (c) tra 10 e 20 m, (d) sotto i 20 m. In ciascun strato, il campione di dati tempo/temperatura è stato interpolato, usando il metodo dei minimi quadrati, con la somma di due onde armoniche di periodo annuale e semestrale

$$\theta(t) = \theta_m + A_{12} \cos((t - g_{12}) 2\pi / 365.25) + A_6 \cos((t - g_6) 2\pi / 182.63),$$

che riduce il residuo del segnale annuale a valori minimi (Stravisi, 1983). Lo stesso è stato fatto per i contemporanei dati della temperatura dell'aria a Sauris. I risultati sono

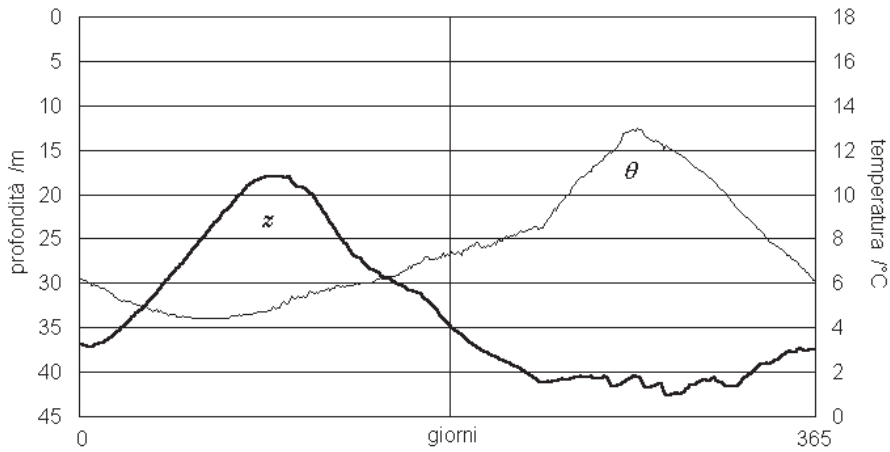


Fig. 12 - Temperatura dell'acqua  $\theta$  e profondità  $z$  del termometro posto a quota 932.9 m sulla diga del Lumiei (dati giornalieri medi 1996-1999).

riportati nella tab. 3; le serie di temperatura modellate per l'aria e per i quattro strati (a, b, c, d) sono illustrate nella fig. 13. La fig. 14 rappresenta il ritardo del massimo termico e l'attenuazione della temperatura media e dell'escursione termica annuale con la profondità.

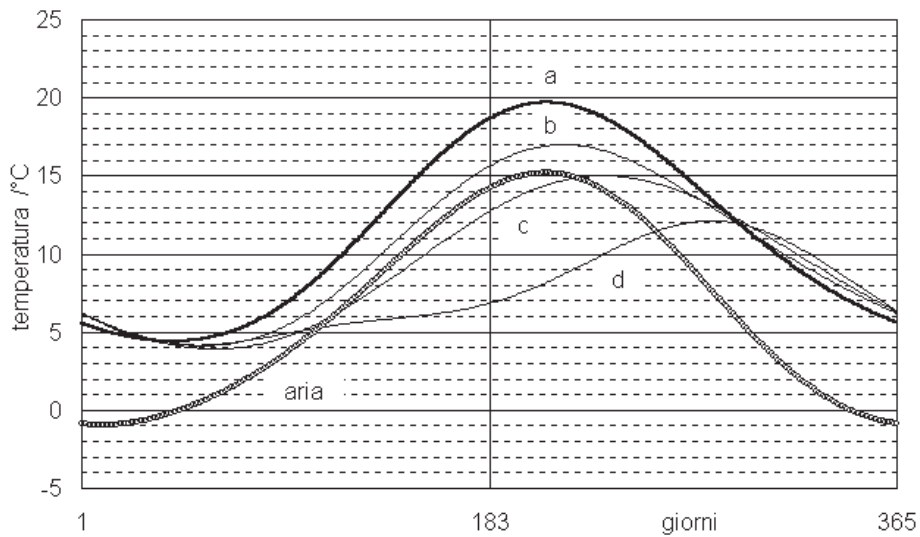


Fig. 13 - Ciclo annuale medio (1996-1999) della temperatura del Lago di Sauris in quattro strati: (a) 0-2.5 m, (b) 2.5-10 m, (c) 10-20 m, (d) 20-40 m. Ciclo annuale medio della temperatura dell'aria a Sauris.

**Tab. 3**

serie	strato (m)	profondità media (m)	$\theta_m$ (°C)	$A_{12}$ (°C)	$g_{12}$ (giorni)	$A_8$ (°C)	$g_8$ (giorni)	min (°C)	data	max (°C)	data	esc (°C)	$\Delta g$
Sauris			6.46	8.00	203	0.84	39	-1.0	10/1	15.2	27/7	16.1	0
(a)	0 - 2.5	0.9	11.40	7.58	214	0.82	14	4.4	11/2	19.7	28/7	15.3	1
(b)	2.5 - 10	5.6	10.24	6.31	225	0.73	12	4.1	25/2	17.0	4/8	12.9	8
(c)	10 - 20	16.4	9.35	5.53	238	0.26	25	3.9	1/3	15.0	22/8	11.1	26
(d)	> 20	35.1	7.54	3.59	270	1.14	109	4.2	20/2	12.1	9/10	8.0	74

Analisi delle serie (1996-1999) di temperatura dell'aria a Sauris e dell'acqua del lago in quattro strati: temperatura media, ampiezza e fase dell'armonica annuale e semestrale, estremi ed escursione del ciclo annuale (due armoniche), ritardo del massimo in giorni ( $\Delta g$ ) tra acqua ed aria.

Il lago mostra temperature minime (circa 4°C) nella seconda metà di febbraio, sei settimane dopo la minima dell'aria e più o meno contemporaneamente su tutta la colonna. Le temperature massime sono raggiunte in superficie immediatamente dopo il massimo termico dell'aria, e ritardano di circa 2 giorni per metro di profondità. L'escursione termica annuale in superficie è pari al 95% di quella dell'aria e diminuisce di 0.2 °C per metro di profondità. La temperatura media annuale diminuisce di 0.13 °C/m; la media annuale dei primi 40 m (8.7 °C) è 2.2 °C più calda dell'aria a Sauris di Sotto.

Con le serie interpolate si possono costruire le isoterme in funzione della profondità e del giorno dell'anno (fig. 15). Si riconoscono nel lago, dal punto di vista termico, due periodi caratteristici. Il periodo omogeneo (autunno ed inverno), con gradienti termici verticali praticamente nulli, ed il periodo stratificato (primavera ed estate) con la formazione di un termoclino che via via si abbassa con l'avanzare del tempo. In conclusione, l'evoluzione termica del lago di Sauris nel corso dell'anno, a parità di profondità e con una media diversa, è molto simile a quella riscontrata, per esempio, nel Lago di Garda (Stravisi e Sandrini, 1986) e nel Golfo di Trieste (Stravisi, 1983).

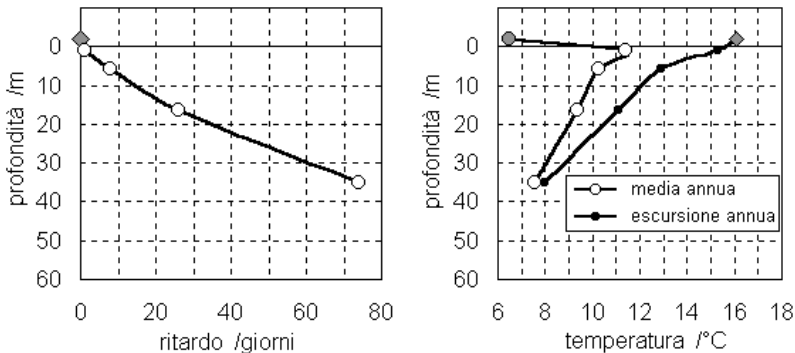


Fig. 14 - Ritardo del massimo termico annuale ed escursione annuale di temperatura in funzione della profondità nel Lago di Sauris; in evidenza i dati riferiti all'aria (Sauris di Sotto).

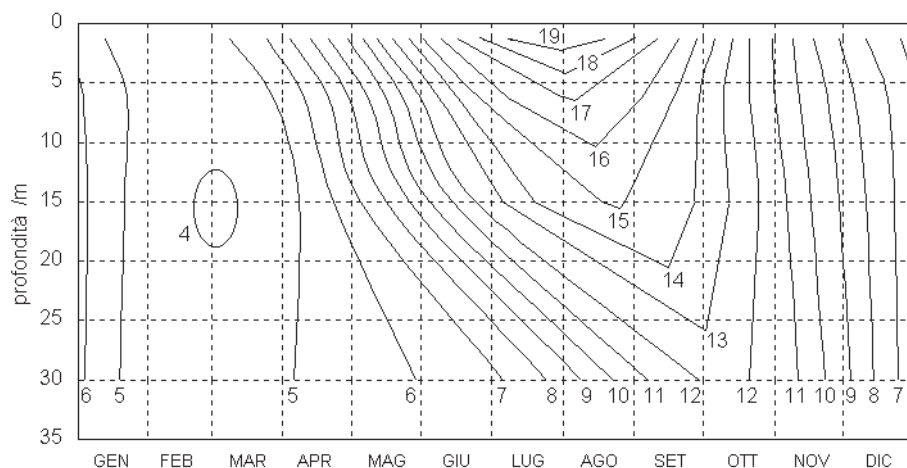


Fig. 15 - Isotherme della temperatura dell'acqua nel Lago di Sauris in funzione della profondità e del tempo (anno medio 1996-1999).

## La trasparenza dell'acqua

Misure di trasparenza con disco Secchi sono state eseguite (Stravisi A., 2001) nelle stazioni A e B (fig. 3; tab.4, fig. 16). La trasparenza media nel periodo maggio-ottobre è di 5.8 m nel punto B, al centro del lago, di 4.7 m nel punto A, nella baia settentrionale nella quale si immette il Rio di Sauris. I dati non sono sufficienti per la determinazione del ciclo annuale caratteristico. Trasparenza e temperatura dell'acqua non sono correlate; la densità del plancton è sempre bassa e non permette di definire una correlazione significativa. Una sorgente importante di torbidità è invece rappresentata dagli apporti terrigeni del Lumiei, del Rio Scalotta, del Rio di Sauris e di altri torrenti minori, che in occasione di piogge intense si diffondono nel lago in maniera particolarmente visibile.

Sono state perciò calcolate le rette di regressione tra le misure di trasparenza nelle due stazioni ed il flusso medio dell'acqua entrante nel lago (dai dati giornalieri dell'ENEL) nella settimana precedente ciascuna misura (fig. 17); un periodo di sette giorni può essere infatti considerato indicativo del tempo di sedimentazione del materiale in sospensione.

In effetti risulta, in entrambe le stazioni, una probabilità di correlazione superiore al 96%. Le rette di regressione hanno praticamente la stessa pendenza ( $-7.7 \text{ m}/(\text{M m}^3/\text{d})$ ), equivalente ad una diminuzione della trasparenza di 1.1 m per ogni milione di metri cubi d'acqua (con sedimenti) portata dai torrenti; in altri termini, 6.5 mm di pioggia sul bacino di raccolta portano nel lago una quantità di materiale sospeso tale da ridurre di 1 m la visibilità del disco Secchi. Le intercette (fig. 17) rappresentano la trasparenza intrinseca media dell'acqua in assenza di apporti terrigeni: maggiore al centro del lago (8.6 m, punto B) che nella baia nord (7.6 m, punto A). La Tab. 5 riporta i valori medi mensili di

disco Secchi calcolati per il punto *B*, con la retta di regressione di cui sopra, in funzione dei flussi entranti misurati medi 1996-1999 (fig. 8); la media delle misure (tab. 4) coincide con la media calcolata per lo stesso periodo.

**Tab. 4**

Disco Secchi	A (m)	B (m)
06/08/1998	3.0	5.5
14/08/1998	6.0	5.5
23/08/1998	9.5	7.5
30/12/1998	6.3	6.5
15/05/1999	2.2	3.5
30/05/1999	4.8	4.5
13/06/1999	5.5	6.0
11/07/1999	4.0	11.0
25/07/1999	3.0	4.0
16/08/1999	4.0	5.0
05/09/1999	5.0	6.0
04/10/1999	4.0	5.5
31/10/1999	4.3	4.5
<b>media</b>	<b>4.7</b>	<b>5.8</b>

Misure di disco Secchi nel Lago di Sauris (stazioni A e B).

**Tab. 5**

Disco Secchi	/m
Gennaio	7.2
Febbraio	7.4
Marzo	7.4
Aprile	6.4
Maggio	4.9
Giugno	5.9
Luglio	6.0
Agosto	6.3
Settembre	5.9
Ottobre	4.5
Novembre	5.1
Dicembre	6.5
<b>anno</b>	<b>6.1</b>

Trasparenze medie calcolate per il Lago di Sauris.

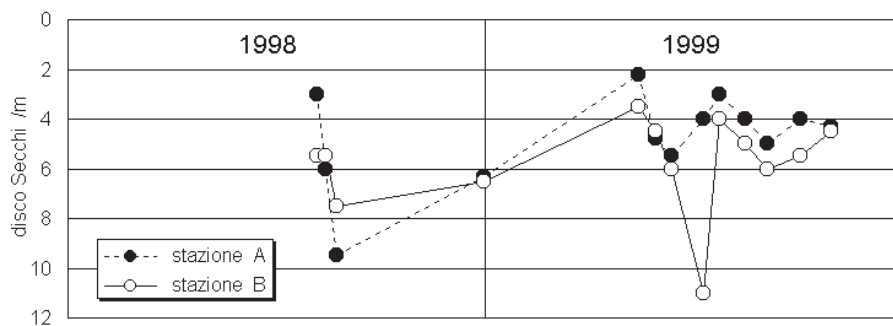


Fig. 16 - Misure di trasparenza (disco Secchi) nel Lago di Sauris.

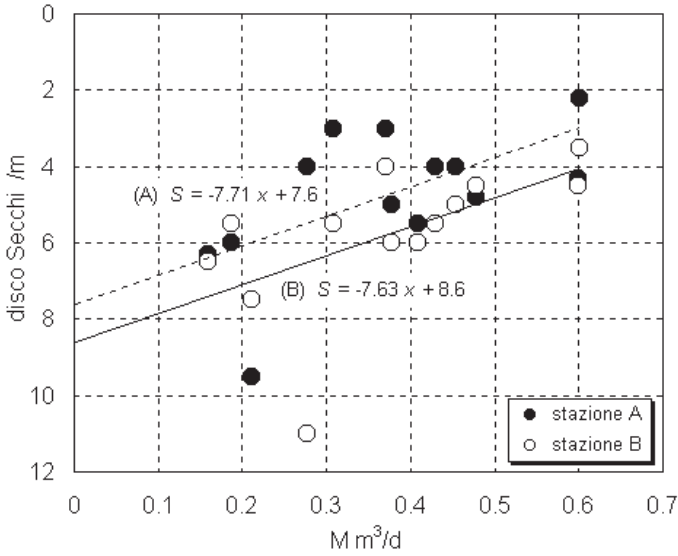


Fig. 17 - Correlazione tra la trasparenza dell'acqua nel Lago di Sauris e la portata media degli affluenti nella settimana precedente.

### Conclusioni

L'abbondanza di dati batimetrici, di precipitazioni, temperatura, volume e deflusso hanno permesso di tracciare un quadro abbastanza preciso della morfologia, del bilancio idrologico e del comportamento termico medio del Lago di Sauris. Una serie di profili verticali di temperatura e trasparenza ha inoltre confermato e completato il quadro della situazione. La propagazione dell'onda termica annuale in profondità non sembra alterata in modo significativo dalla diminuzione complessiva del livello e del volume del lago operata artificialmente per il suo sfruttamento idroelettrico; l'andamento è anzi simile quello tipico del mare e di altri laghi alpini. La trasparenza dell'acqua, vista la scarsa concentrazione di plancton, dipende soprattutto dagli apporti terrigeni degli immissari.

### Ringraziamenti

Ringraziamo il Nucleo Idroelettrico di Udine della Divisione Produzione, Direzione Produzione Idroelettrica Alpi EST di Venezia dell'ENEL, che ha cortesemente fornito i dati rilevati alla diga del Lumiei, e l'Ufficio Compartmentale di Venezia del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale per i dati termopluviometrici di Sauris e La Maina non ancora pubblicati. Grazie infine all'amico Adriano Petris, già sindaco di Sauris, che ci ha procurato il materiale bibliografico storico della SADE.

## Riferimenti

- Caloi P., Romualdi G. e Spadea M.C. (1967) - *Caratteristiche idrodinamiche del Lago di Sauris*, Annali di Geofisica, XX, 3, 221-241.
- Oberti G. (1950) - *Criteri di progetto e studi sperimentali*, in: *L'impianto idroelettrico del Lumiei*, Società Adriatica di Elettricità (SADE), Venezia 1950, 55-75.
- Romualdi G. e Spadea M.C. (1966) - *Studio preliminare sulle oscillazioni libere del Lago di Sauris a due diverse quote*, Annali di Geofisica, XIX, 4, 367-381.
- Semenza C. (1950) - *L'impianto idroelettrico del Lumiei*, in: *L'impianto idroelettrico del Lumiei*, Società Adriatica di Elettricità (SADE), Venezia 1950, 7-31.
- Stravisi A. (2001) - *Osservazioni sulla comunità zooplanctonica del lago artificiale di Sauris (Alpi Carniche)*, tesi di laurea in Biologia, Università di Trieste, rel. G.A. Amirante, corr. M. Specchi, E. Pizzul, 96 pag.
- Stravisi F. (1975) - *Theory and numerical computation of the storm surge equations*, in *Physics of Oceans and Atmosphere*, Int. Centre Theor. Physics (ICTP), Trieste, 1975, I, 2, 798-860.
- Stravisi F. (1983) - *The vertical structure annual cycle of the mass field parameters in the Gulf of Trieste*, Boll. Oceanol. Teor. Appl., 1, 3, 239-250.
- Stravisi F. (2002) - *Caratteristiche climatiche della Valle di Sauris*, Boll. Soc. Adriat. Sc., 80, 29-42.
- Stravisi F. e Sandrini M. (1986) - *Il ciclo annuale della temperatura e della trasparenza nelle acque costiere del Lago di Garda*, Quaderni Ente Tutela Pesca, Udine, 13, 35-58.
- Tonini D. (1950a) - *Caratteristiche idrologiche*, in: *L'Impianto idroelettrico del Lumiei*, Società Adriatica di Elettricità (SADE), Venezia 1950, 47-53.
- Tonini D. (1950b) - *Installazioni per controlli e misure alla diga*, in: *L'impianto idroelettrico del Lumiei*, Società Adriatica di Elettricità (SADE), Venezia 1950, 137-140.

