I livelli ed i paleo-livelli idrometrici del Lago di Garda

About the hydrometric levels and palaeo-levels of Garda Lake

dr. geol. Gianfranco Bazzoli – riproduzione ammessa solo con citazione della fonte.

Suso in Italia bella giace un laco
Appiè dell'alpe, che serra Lamagna
Sovra Tiralli ch'ha nome Benaco.
Per mille fonti, credo, e più si bagna,
Tra Garda e Val Camonica Pennino
Dell'acqua che nel detto lago stagna.

Dante Alighieri, Divina Commedia, Inferno, XX, 61-66

1. La regolazione dei livelli del Lago di Garda

Il Lago di Garda (o Benaco), con circa 370 km^2 di superficie, è il più grande lago italiano.

La quota del pelo libero dell'acqua del lago oscilla intorno ai 64 m sul livello del mare. Per la precisione, lo zero idrometrico è definito ufficialmente alla quota di 64.027 m s.l.m. e viene misurato a Peschiera del Garda. Le misure del livello sono pubblicate a cura dell'Autorità Interregionale del Bacino del Po' (AIPO), e poi riprese ed elaborate da altri enti, come la Comunità del Garda, e sono in genere espresse in centimetri rispetto allo zero.

Fig. 1 – Il Lago di Garda
Fig. 1 – The Garda Lake

Il livello del lago di Garda è determinato da oscillazioni naturali e da regolazioni antropiche. Le prime sono conseguenza degli afflussi meteorici, delle portate dei fiumi e torrenti immissari, dei quali il maggiore è il fiume Sarca, e di fenomeni particolari, come le sesse (oscillazioni determinate da variazioni della pressione o dai venti, che influenzano il livello in settori bacino lacustre).

Il livello del lago viene inoltre regolato artificialmente, soprattutto tramite la regimazione dei deflussi dell'emissario fiume Mincio, affluente di sinistra del fiume Po. A Salionze sul fiume Mincio esiste infatti un'opera di sbarramento in grado di fare defluire dal lago portate sino a 200 metri cubi per secondo. Un'altra causa antropica di variazione del livello del Garda è costituita dalla

modulazione delle portate dell'immissario Sarca, che avviene a seguito delle regolazioni degli invasi idroelettrici esistenti nel bacino di questo fiume, in Trentino.

Data la notevole densità abitativa sulle sponde del lago, con insediamenti di tre province che si spingono sino alle rive, e gli importanti utilizzi irrigui delle acque derivate dall'emissario Mincio, è comprensibile che la regolazione del livello del lago di Garda sia un argomento di grande interesse sociale, e quindi oggetto di normativa e di accordi politici.

Una deliberazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (n. 55 del 11/03/1965) fissò, rispetto allo zero idrometrico di Peschiera d/G, i seguenti livelli di regolazione:

- massimo nel mese di aprile 140 cm (eccezionale 175 cm);
- massimo primaverile-estivo (maggio-agosto) 135 cm;
- massimo estivo-autunnale (settembre-dicembre) 70 cm;
- minimo 15 cm (eccezionale -5 cm).

Nel 2002, con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po, si decise di modificare il livello massimo autunnale, elevandolo in via provvisoria da 70 cm a 90 cm.

Nel settembre 2013 in seguito ad accordi fra regioni e province ripariali ed enti di gestione delle risorse idriche, è stato concordato un documento che prevede una fase di gestione sperimentale dei livelli, in deroga ai valori fissati nel 1965, per una durata di almeno cinque anni, sulla base di un modello previsionale da sviluppare sulla base delle stime dello scioglimento delle coperture nevose.

Fig. 2 - L'idrometro di Peschiera del Garda (foto ARPA Veneto).

Fig. 2 – The hydrometer at Peschiera del Garda.

Anche necessità di protezione civile possono influire sui livelli del Lago di Garda. Infatti, in situazioni eccezionali di rischio di alluvione in Trentino ed in Veneto, su decisione del Magistrato alle Acque del bacino dell'Adige, possono venire immesse nel Garda le acque del fiume Adige, tramite una galleria che parte dall'alveo del fiume a Mori (TN) e che scarica nel Garda a Torbole (TN). Questa galleria, la cui costruzione, per la prima volta suggerita nel 1712 (Luzzini, 2014), fu iniziata nel 1939, interrotta per la II guerra mondiale e conclusa nel 1959, è il più grande canale scolmatore europeo e può far affluire nel Garda portate sino a 500 m^3/s. Gli effetti sul livello del Garda dello scarico delle acque dell'Adige sono, in termini assoluti, piuttosto ridotti: infatti per far salire il livello del Garda di un centimetro l'afflusso deve essere di 3.699.800 m^3, pari ad un funzionamento dello scolmatore alla massima portata per circa 2 ore. In tabella 1 riporto le date in cui la galleria Adige-Garda è stata aperta, i volumi di acqua immessi ed il loro conseguente effetto sui livelli del Lago. Una volta all'anno si eseguono operazioni di manutenzione, con aperture di durata limitata e a bassa portata.

Fig. 3 – Scarico nel lago di Garda della galleria Adige - Garda durante l'apertura del 1965 (in alto) e quella del 2018 (in basso).

Fig. 3 – The Adige – Garda tunnel discharging into the lake in 1965 (top) and in 2018 (bottom).

L'afflusso delle acque dell'Adige nell'invaso benacense ha, oltre alla variazione di livello, ha anche altri impatti: intorbidimento delle acque del lago, dovuto ai solidi sospesi nelle acque dell'Adige in piena (figure 3 e 4), abbassamento della temperatura dell'acqua nei pressi del recapito, e, secondo alcuni, formazione di nebbie e disturbo alla fauna ittica. Sono i motivi per cui la decisione di aprire la galleria / scolmatore viene presa solo in caso di estrema necessità.

Tabella 1 - Aperture della Galleria Adige Garda

data apertura	portata scaricata nel Garda ($m^{3)}$	portata galleria (m^3/s)	effetto di innalzamento del Lago (cm)
17-18/09/1960	71 325 000	450	19.3
02-05/09/1965	79 270 800	440	21.4
20/07/1996	6 499 420	-	1.8
17-18/08/1966	16 695 000	280	4.5
04-06/11/1966	63 777 300	492	17.2
14/09/1976	12 420 000	300	3.4
17-19/11/1980	26 400 000	300	7.1
19/07/1981	6 930 000	300	1.9
23-24/05/1983	20 016 000	300	5.4
17-18/11/2000	4 700 000	100	1.3
26/11/2002	6 300 000	100	1.7
29-30/10/2018	17 500 000	350	4.7
02/11/2023	3 240 000	150	0.9

Fig. 4 – Le torbide acque del fiume Adige durante una piena nel 2007 (foto Gf. Bazzoli).

Fig. 4– The silty Adige river water during a flood in 2007.

2. Le registrazioni storiche dei livelli del Lago di Garda

In tabella 2 riporto i valori di livello idrometrici minimi e massimi annuali, dal 1949 al 2023, espressi in cm sullo zero ed in quote assolute (m s.l.m.). In tale periodo, i livelli minimi (8 cm sullo zero) sono stati registrati nel 2003 e nel 2007. Nel 1960 fu registrato il valore massimo del periodo, 212 cm sullo zero di Peschiera. In tale occasione tuttavia un'aliquota di circa 19 cm era dovuta all'immissione di acque dalla galleria Adige-Garda: si tratta di un caso esemplare, in cui l'effetto ridotto, in termini assoluti, della galleria Adige Garda in realtà impatta su una situazione già critica: si registrarono esondazioni del lago in varie località.

Il diagramma di figura 5 riporta le variazioni idrometriche giornaliere dal gennaio 1995 al dicembre 2024. Nelle immagini di Appendice 1 le variazioni idrometriche giornaliere sono riportate per ogni singolo anno dal 1995. In ogni diagramma esse sono confrontate con i valori medi, minimi e massimi dello stesso giorno dell'anno (riferiti all'intero periodo). Nei giorni tra novembre e dicembre 2022 il livello del Garda è stato il più basso tra quelli registrati alla stesse date dal 1995 (lo stralcio del bollettino in figura 11 riporta un livello minimo record, praticamente corrispondente allo zero idrometrico attuale).

Il diagramma di figura 6 riporta i livelli medi annui del Garda: mentre il livello medio del 2021 era superiore a quello medio del periodo 1995-2020, quello del 2022, anno molto siccitoso, è stato decisamente inferiore alla media del periodo. Nella seconda metà del 2023 e per tutto il 2024 si è registrata una sensibile ripresa del livello medio. Nella figura 7 riporto in diagramma i valori minimi di livello registrati dal 1995: il minimo del 2022 è al quarto posto, dopo gli anni 2003, 2005 e 2007.

In figura 8 i livelli giornalieri del periodo 2010- 2024 sono confrontati con le portate edotte dall'emissario Mincio allo sbarramento di Salionze.

I livelli massimi storici

In tabella 2 il livello massimo del lago a Peschiera è indicato a 66.147 m sul livello del mare (212 cm sullo zero idrometrico) al 13 novembre 1960.

Un altro livello massimo del Garda è testimoniato da un cippo al porto vecchio di Desenzano, collocato presso un vecchio idrometro costituito da una graduazione segnata su una lastra di marmo (figura 9), che indica in data 2 luglio 1879 un livello del lago di 216 cm sullo zero. Lo stesso dato è riportato nei vecchi Bollettini dell'Ufficio Idrografico del Po, insieme con il riferimento dello zero di questo idrometro e la corrispondente quota ad altri due idrometri, a Peschiera e a Torri del Benaco (figura 10).

I bollettini del Servizio Idrografico della Provincia Autonoma di Trento forniscono le misure ad un altro idrometro, quello di Riva del Garda, e riportano oltre che i livelli minimi e massimi, anche le rispettive date (figura 11).

Cronache ancora più antiche forniscono altre informazioni, meno precise. Guerrini (1929) nella sua raccolta di antiche notizie, riporta di piene del Garda, senza indicazioni sui livelli, che portarono alla inondazione dell'abitato di Desenzano, occorse nel 1673 e nel 1746.

Tabella 2 - Livelli minimi e massimi del Lago di Garda per ogni anno dal 1949 al 2024 (cm sullo zero e m s.l.m)

anno	data	min	m s.l.m.	data	max	m s.l.m.	anno	data	min	m s.l.m.	data	max	m s.l.m.
1949	22-nov	24.00	64.267	15-dic	56.00	64.587	1987	05-gen	26.00	64.287	23-lug	109.00	65.117
1950	06-feb	51.00	64.537	25-giu	100.00	65.027	1988	30-dic	38.00	64.407	13-apr	143.00	65.457
1951	23-ott	52.00	64.547	29-nov	131.00	65.337	1989	20-feb	28.00	64.307	10-mag	142.00	65.447
1952	22-mar	51.00	64.537	01-gen	111.00	65.137	1990	03-ott	12.00	64.147	28-apr	75.00	64.777
1953	08-set	**9.00**	64.117	11-nov	129.00	65.317	1991	27-set	42.00	64.447	17-mag	119.00	65.217
1954	25-nov	41.00	64.437	21-mar	138.00	65.407	1992	20-gen	70.00	64.727	10-dic	142.00	65.447
1955	07-nov	62.00	64.647	12-apr	112.00	65.147	1993	07-set	25.00	64.277	27-mar	140.00	65.427
1956	08-nov	51.00	64.537	30-apr	135.00	65.377	1994	30-ago	54.00	64.567	16-apr	141.00	65.437
1957	01-gen	59.00	64.617	28-dic	125.00	65.277	1995	12-dic	69.00	64.717	16-giu	143.00	65.457
1958	30-set	52.00	64.547	18-apr	140.00	65.427	1996	24-ago	50.00	64.527	13-dic	141.00	65.437
1959	27-ott	58.00	64.607	12-dic	139.00	65.417	1997	28-ott	52.00	64.547	08-gen	142.00	65.447
1960	16-set	87.00	64.897	13-nov	**212.00**	66.147	1998	04-set	69.00	64.717	06-nov	127.00	65.297
1961	09-nov	19.00	64.217	04-gen	151.00	65.537	1999	20-set	68.00	64.707	07-nov	150.00	65.527
1962	21-ott	28.00	64.307	26-mag	130.00	65.327	2000	18-set	43.00	64.457	22-nov	**174.00**	65.767
1963	01-gen	40.00	64.427	07-giu	127.00	65.297	2001	31-dic	36.00	64.387	11-gen	143.00	65.457
1964	28-set	28.00	64.307	04-apr	130.00	65.327	2002	09-gen	28.00	64.307	01-dic	140.00	65.427
1965	07-nov	58.00	64.607	14-apr	128.00	65.307	2003	15-set	**8.00**	64.107	01-feb	132.00	65.347
1966	17-lug	52.00	64.547	12-nov	138.00	65.407	2004	04-ott	41.00	64.437	06-mag	145.00	65.477
1967	27-ott	55.00	64.577	23-apr	123.00	65.257	2005	10-ago	**10.00**	64.127	01-gen	120.00	65.227
1968	02-nov	54.00	64.567	25-giu	128.00	65.307	2006	14-set	35.00	64.377	09-mag	99.00	65.017
1969	07-nov	34.00	64.367	26-mar	130.00	65.327	2007	17-set	**8.00**	64.107	27-feb	69.00	64.717
1970	03-gen	33.00	64.357	10-apr	105.00	65.077	2008	01-gen	40.00	64.427	09-giu	142.00	65.447
1971	10-ott	46.00	64.487	23-mar	133.00	65.357	2009	23-nov	72.00	64.747	30-apr	138.00	65.407
1972	01-gen	63.00	64.657	18-mar	130.00	65.327	2010	17-set	86.00	64.887	06-mag	138.00	65.407
1973	23-ago	58.00	64.607	16-feb	104.00	65.067	2011	25-ott	72.00	64.747	13-apr	134.00	65.367
1974	18-set	68.00	64.707	06-mar	130.00	65.327	2012	02-set	54.00	64.567	25-dic	129.00	65.317
1975	11-ott	68.00	64.707	25-mag	136.00	65.387	2013	05-ott	60.00	64.627	19-mag	146.00	65.487
1976	12-lug	37.00	64.397	15-ott	147.00	65.497	2014	30-set	78.00	64.807	26-giu	137.00	65.397
1977	09-ott	65.00	64.677	17-giu	**153.00**	65.557	2015	12-set	26.00	64.287	06-feb	115.00	65.177
1978	01-ott	55.00	64.577	18-giu	134.00	65.367	2016	29-gen	53.00	64.557	15-giu	132.00	65.347
1979	20-set	64.00	64.667	29-mar	144.00	65.467	2017	09-set	35.00	64.377	05-apr	118.00	65.207
1980	29-set	51.00	64.537	26-mar	140.00	65.427	2018	01-gen	58.00	64.607	29-mag	137.00	65.397
1981	16-ott	70.00	64.727	25-lug	124.00	65.267	2019	05-set	80.00	64.827	26-apr	139.00	65.417
1982	26-ago	45.00	64.477	24-dic	129.00	65.317	2020	01_ott	84.00	64.867	16-giu	134.00	65.367
1983	16-dic	48.00	64.507	25-mag	140.00	65.427	2021	26-set	77.00	64.797	25-gen	132.00	65.347
1984	01-gen	63.00	64.657	07-giu	138.00	65.407	2022	20-21-ott	22.00	64.247	26-feb	108.00	65.107
1985	23-dic	26.00	64.287	24-mar	140.00	65.427	2023	03-gen	41.00	64.437	05-nov	135.00	65.377
1986	01-gen	28.00	64.307	16-mag	140.00	65.427	2024	08-ott	81.80	64.845	26-giu	147.00	65.497

Gf. Bazzoli, 2025

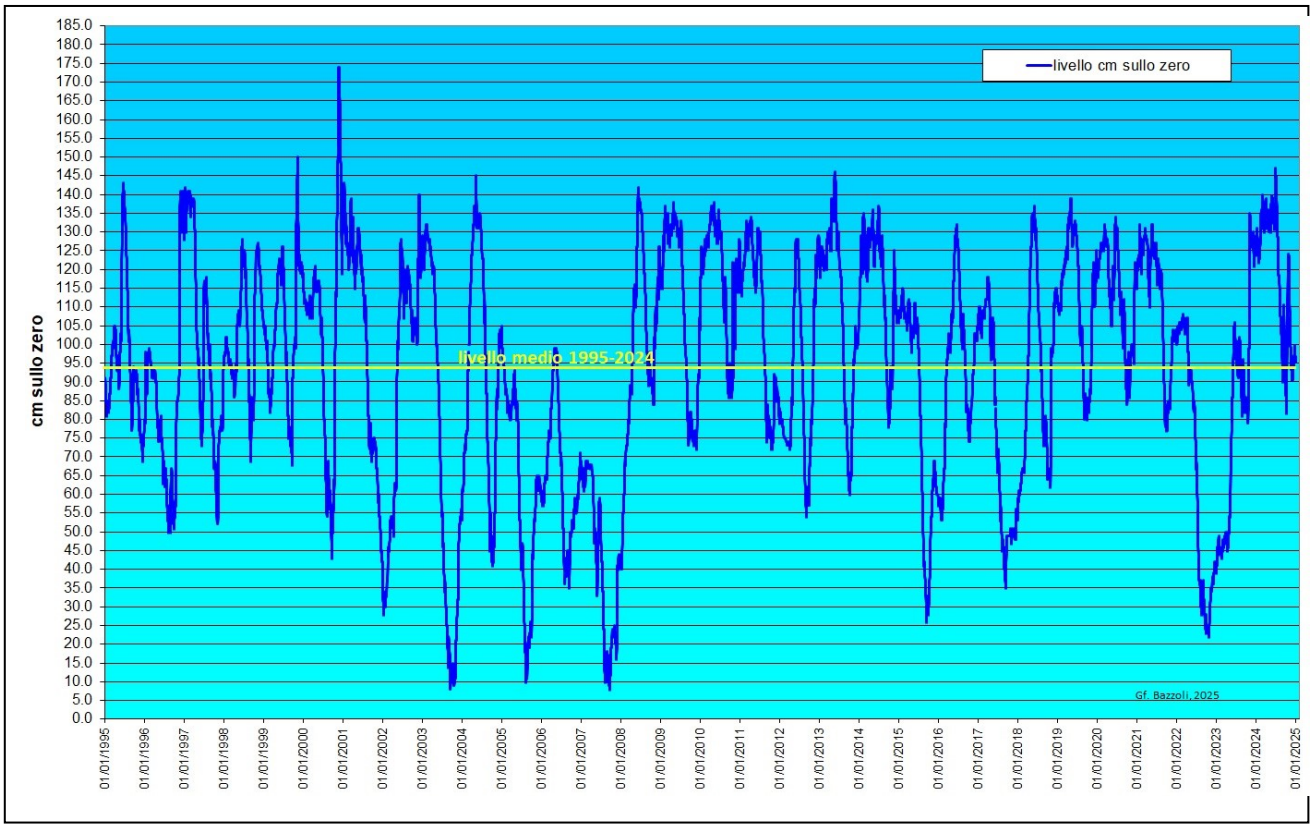


Fig. 5 – Livelli idrometrici giornalieri del Lago di Garda dal 1995 al 2024.
Fig. 5 – Hydrometric daily levels of Garda Lake from 1995 to 2024.

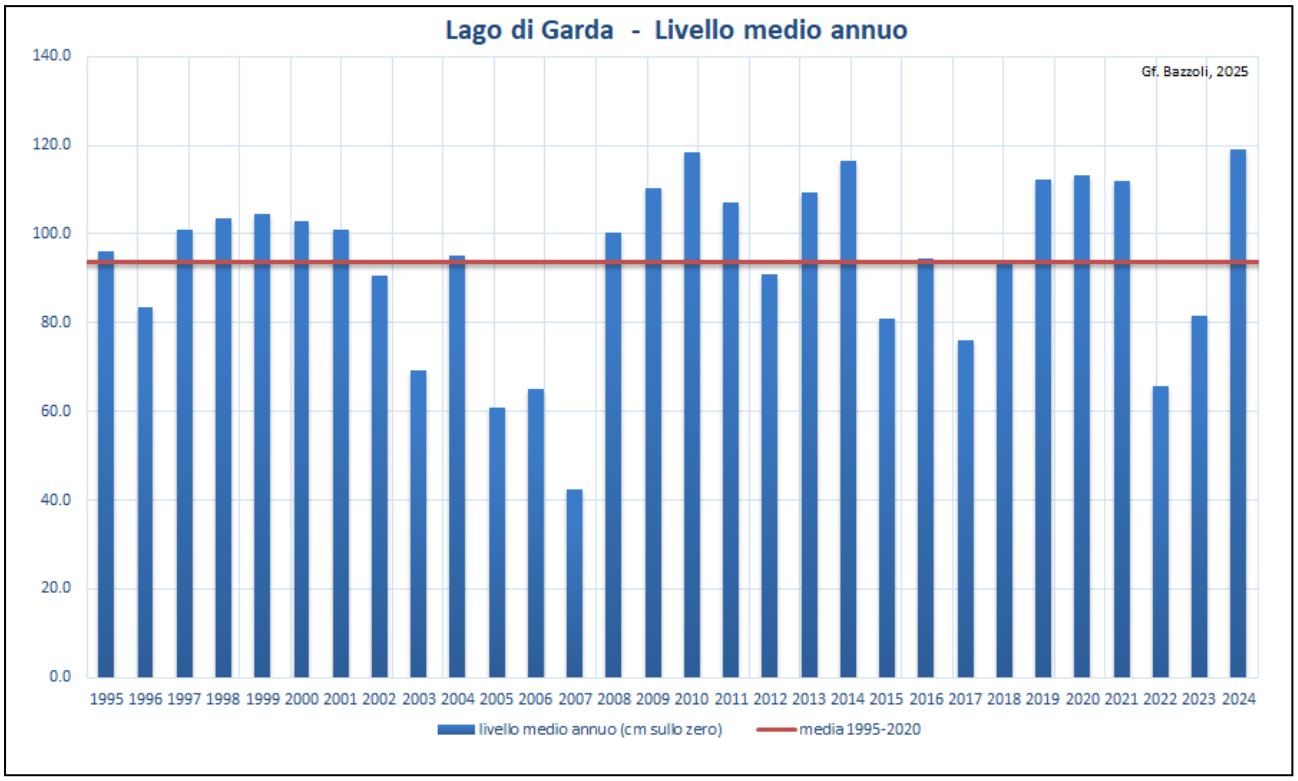


Fig. 6 – Livelli idrometrici medi annuali del Lago di Garda dal 1995 al 2024.
Fig. 5 – Hydrometric yearly levels of Garda Lake from 1995 to 2024.

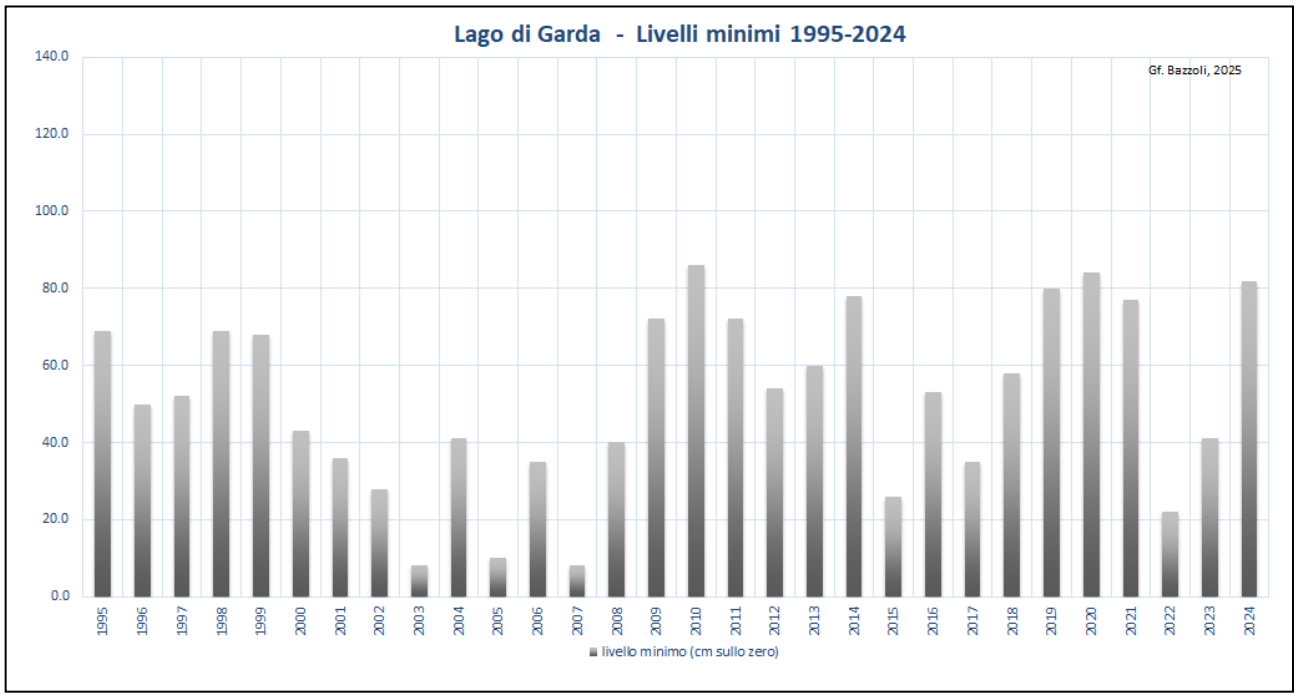


Fig. 7 – Livelli idrometrici minimi del Lago di Garda dal 1995 al 2024.
Fig. 7 – Hydrometric minimum levels of Garda Lake from 1995 to 2024.

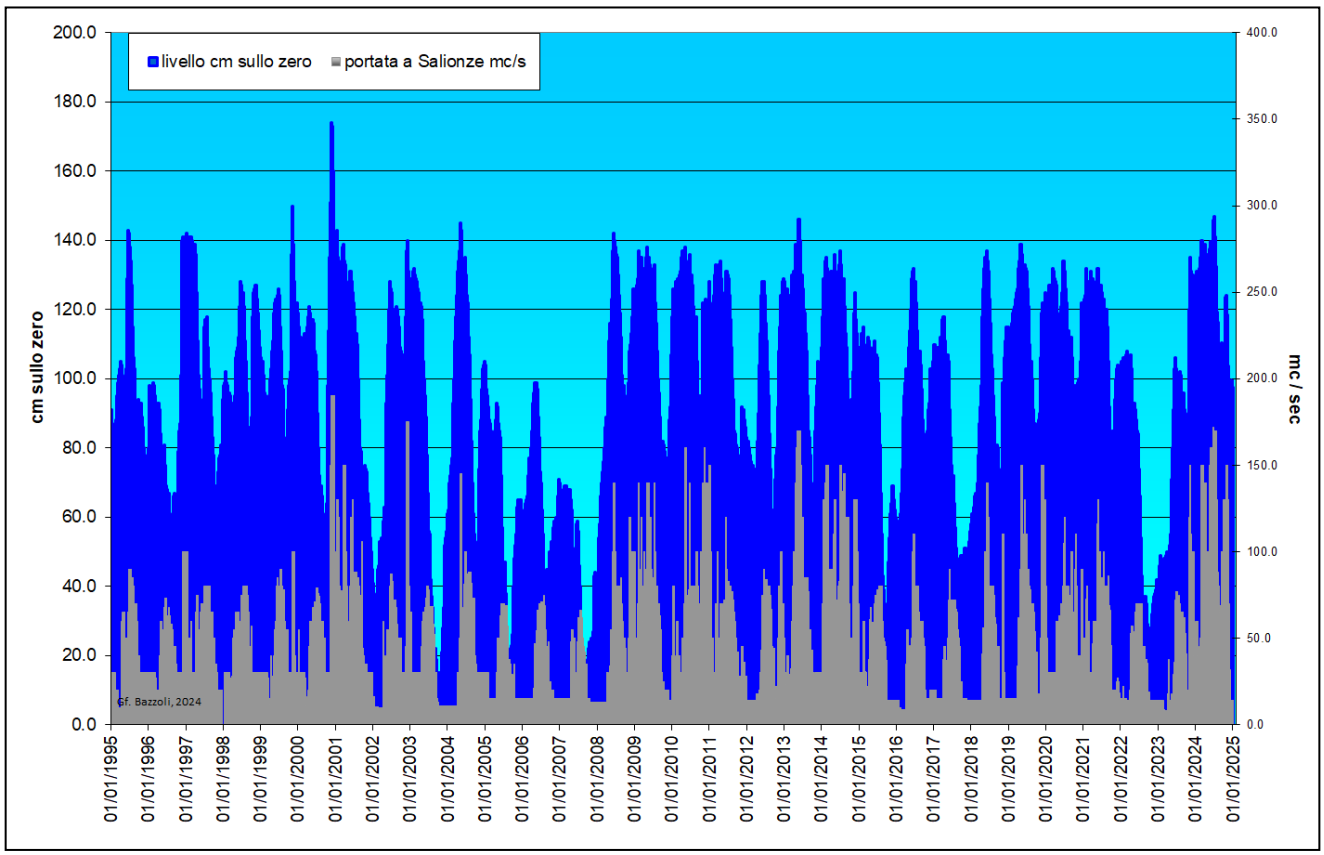


Fig. 8 – Livelli idrometrici giornalieri del Lago di Garda dal 2010 al 2024 e portate medie giornaliere in uscita allo sbarramento di Salionze.
Fig. 8 – Hydrometric daily levels of Garda Lake from 2010 to 2024 and average daily ouflow at Salionze dam.

Fig. 9 – Asta idrometrica e cippo commemorativo a Desenzano (foto Gf. Bazzoli).
Fig. 9 – Old hydrometer and commemorating cippus at Desenzano.

Ministero dei Lavori Pubblici

REALE COMMISSIONE PER GLI STUDI SUL REGIME IDRAULICO DEL PO

VI. Compartimento del Genio Civile

UFFICIO IDROGRAFICO DEL PO

PARMA

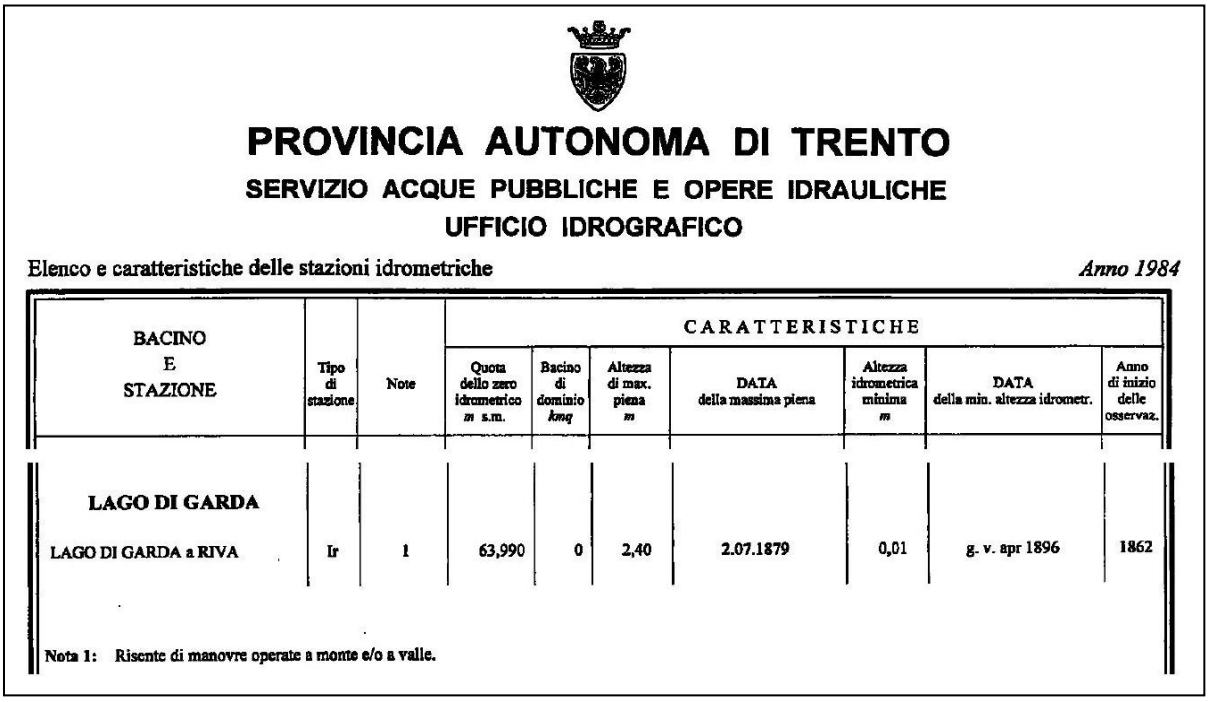
BOLLETTINO MENSILE

OSSERVAZIONI IDROMETRICHE DEGLI AFFLUENTI

Gennaio 1917

Corso d'acqua	Lago di Garda		Mincio
Denominazione dell'Idrometro	S. Carlo a Torri	Desenzano	Peschiera
Quota dello zero sul mare.	64.120	63.724	64.12
Bacino di dominio Kmq.	—	—	—
Massima piena	2.25	2.16	2.17
Massima magra	—0.13	—0.10	—0.29
Piena ordinaria	0.97	1.05	1.07
Magra ordinaria	0.40	0.50	0.50
1	1.50	1.39	1.42
2	1.49	1.39	1.40
3	1.48	1.39	1.39
4	1.47	1.36	1.38
5	1.45	1.34	1.37
6	1.43	1.34	1.35
7	1.42	1.34	1.34
8	1.41	1.36	1.34
9	1.40	1.38	1.34
10	1.39	1.44	1.34
Media decadica	1.43	1.37	1.37

Fig. 10 – Stralcio dal Bollettino Idrografico del Gennaio 1917.
Fig. 10 – Excerpt from Hydrographic Bullettin, 1917, January



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

SERVIZIO ACQUE PUBBLICHE E OPERE IDRAULICHE

UFFICIO IDROGRAFICO

Elenco e caratteristiche delle stazioni idrometriche — *Anno 1984*

BACINO E STAZIONE	Tipo di stazione	Note	CARATTERISTICHE						
			Quota dello zero idrometrico *m* s.m.	Bacino di dominio *kmq*	Altezza di max. piena *m*	DATA della massima piena	Altezza idrometrica minima *m*	DATA della min. altezza idrometr.	Anno di inizio delle osservaz.
LAGO DI GARDA									
LAGO DI GARDA a RIVA	Ir	1	63,990	0	2,40	2.07.1879	0,01	g. v. apr 1896	1862

Nota 1: Risente di manovre operate a monte e/o a valle.

Fig. 11 – Stralcio dal Bollettino Idrografico, 1984.
Fig. 11 – Excerpt from Hydrographic Bullettin, 1984.

3. I paleolivelli del Lago di Garda

Le indagini geologiche e geomorfologiche consentono di ricostruire i paleolivelli del lago di Garda. In particolare in questo tipo di studi si prendono in considerazione:

- i segni lasciati dal battente ondoso sulle sponde rocciose: piattaforme di erosione e solchi di battente;
- l'altezza degli apici dei più antichi delta degli immissari lacustri.

La datazione del periodo in cui vennero lasciati i segni del battente ondoso possono essere fatte con misure radiometriche su resti di fossili (in particolare di conchiglie di gasteropodi lacustri) e di legni contenuti nei sedimenti antichi, deposti nelle paleospiagge. Anche le datazioni dei siti archeologici sulle sponde del lago, di cui viene dato un ottimo esempio in un lavoro del geologo Carlo Baroni (2010), sono di grande ausilio in queste ricostruzioni.

La descrizione dei paleolivelli del lago di Garda inizia con le fine delle glaciazioni quaternarie. Al termine dell'ultima glaciazione al momento dello scioglimento delle masse glaciali, le quantità d'acqua che affluivano al bacino del Garda erano immense: basti pensare che all'altezza di Tremosine il ghiacciaio aveva uno spessore di 1000 metri! Nelle fasi iniziali dello scioglimento glaciale il livello del lago giungeva come minimo a 30 metri sopra il livello attuale (quindi a 85 m s.l.m.) e probabilmente anche di più, forse sino a 110 m s.l.m. (Baroni, 2010).
Cadrobbi (1961), sulla base degli affioramenti dell'arenaria interglaciale sublacustre di Ceole, presso Arco, indica addirittura una quota del livello del Garda "di oltre 50 metri superiore al livello attuale".

I livelli massimi furono comunque raggiunti ad una data superiore a 16000 anni fa, e non più toccati successivamente. Baroni (2010) dimostra infatti che a partire da 16000 anni fa il laghetto del Frassino, che si trova presso Peschiera, si separò dal Lago di Garda, cui era unito e che al quale non fu poi mai più ricongiunto. La dimostrazione è data dalla datazione di semi e di conchiglie contenuti nelle carote di sedimenti del laghetto. Oggi il lago del Frassino ha quota 74 m s.l.m., ed è separato dal Garda da un dosso avente quota 82 m s.l.m.

In seguito il livello del Garda cominciò a calare: tra 11000 e 12000 anni fa si trovava a circa 3.5 metri sopra il livello medio attuale: questo è testimoniato in particolare da solchi di battente nella falesia di roccia calcarenitica della Rocca di Manerba del Garda ("il Sasso"). Da allora il Garda non ha mai superato la quota di 68 m s.l.m.

Anzi, siti palafitticoli ora sommersi (località La Quercia a Lazise) e depositi di spiaggia e di torbe a 3 metri di profondità sotto il livello lacustre attuale (località Fornella a San Felice del Benaco) indicano che tra 4100 e 3500 anni fa (età del Bronzo) il livello del lago di Garda si trovò fino a 3.5 m al di sotto di quello attuale. Variazioni in risalita del livello fecero poi abbandonare i siti palafitticoli.

Fig. 12 – A sinistra, dettaglio di un dipinto di Girolamo dai Libri (“Madonna della Quercia”, datato intorno al 1533) in cui è ritratto il lago del Frassino (a destra), con sullo sfondo ben riconoscibile la riva occidentale del Garda. Il punto di vista si trova sulla cresta morenica a monte del villaggio di Broglie.
Fig. 12 – To the left, detail from a painting of Girolamo dai Libri (“Madonna della Quercia”, about 1533), with the Frassino lake (right) and the west coast of the Garda Lake recognizable in the background. The point of view of the painting is located at the morainic ridge above Broglie village.

Negli ultimi 3000 anni variazioni di livello tra 1 e 2 metri non sono state infrequenti.

L’aspetto delle antiche linee di riva del Lago di Garda può oggi essere ricostruito al computer utilizzando i rilievi altimetrici radar e LiDAR, che permettono di costruire modelli digitali del terreno (DTM) e di simulare la posizione dei paleolivelli lacustri.

Prendendo per esempio come riferimento la quota di 82 m s.l.m., ovvero il livello che fino ad almeno 16000 anni fa teneva in comunicazione il Lago di Garda con il laghetto del Frassino, si può costruire un modello che ci consente di rappresentare l’estensione del Garda in corrispondenza a quel livello (Fig. 13).

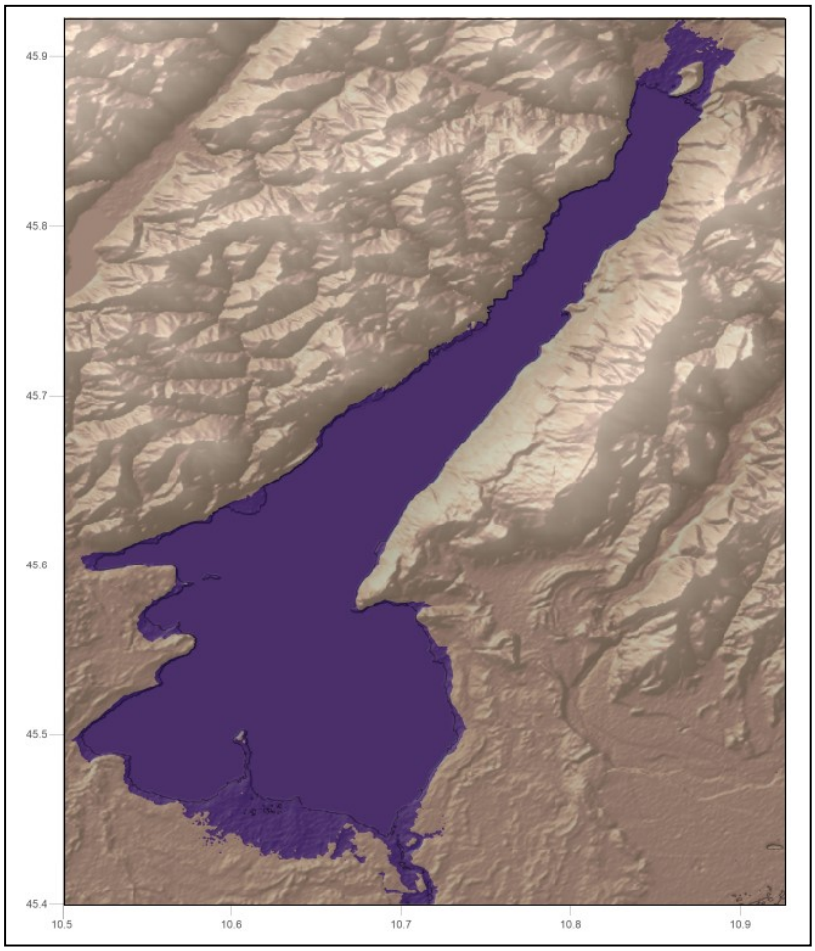


Fig. 13 – Modello digitale del terreno elaborato a partire dai dati numerici della Shuttle Radar Topography Mission, con riportata la linea di spiaggia attuale (a 65 m s.l.m.). Il colore blu riempie le aree poste al di sotto della quota di 82 m s.l.m., alla quale il laghetto del Frassino risulta collegato al Garda. Questa immagine rappresenta dunque il livello del Garda a prima di 16000 anni fa (non il massimo livello). Restituzione ed elaborazione e dei dati: Studio Geologico Associato GeoAlp.

Fig. 13 – Digital terrain model from numerical data of the Shuttle Radar Topography Mission, with the present day shoreline of Garda Lake (65 m a.s.l.). The blue colour covers the land whose elevation is below 82 m a.s.l.: the Frassino Lake is connected to the Garda Lake. The picture is an image of the Garda Lake level before 16000 years ago (not the maximum one). Data processing by Studio Geologico Associato GeoAlp.

Nelle figure 14 e 15 sono riportati i modelli del terreno per l'alto Garda ed il basso Garda rispettivamente, con colorate in azzurro le zone a quota inferiore agli 82 metri. L'estensione del lago in queste figure, soprattutto per la zona dell'alto Garda, è in realtà sottostimata, perché sicuramente le quote del terreno 16000 anni fa erano più basse, dato che nel frattempo si sono deposti sedimenti fluviali e frane hanno contribuito a riempire le valli. E' probabile che nel Trentino il lago di Garda si insinuasse come un fiordo lungo la valle del Sarca, almeno fino all'abitato di Dro. Sicuramente il rilievo a mezzaluna del Monte Brione (alto 300 m) era un'isola in mezzo al lago, più o meno come Montisola oggi nel Lago d'Iseo.

A Sud, tutta l'area tra Desenzano, Sirmione e Peschiera era sommersa.

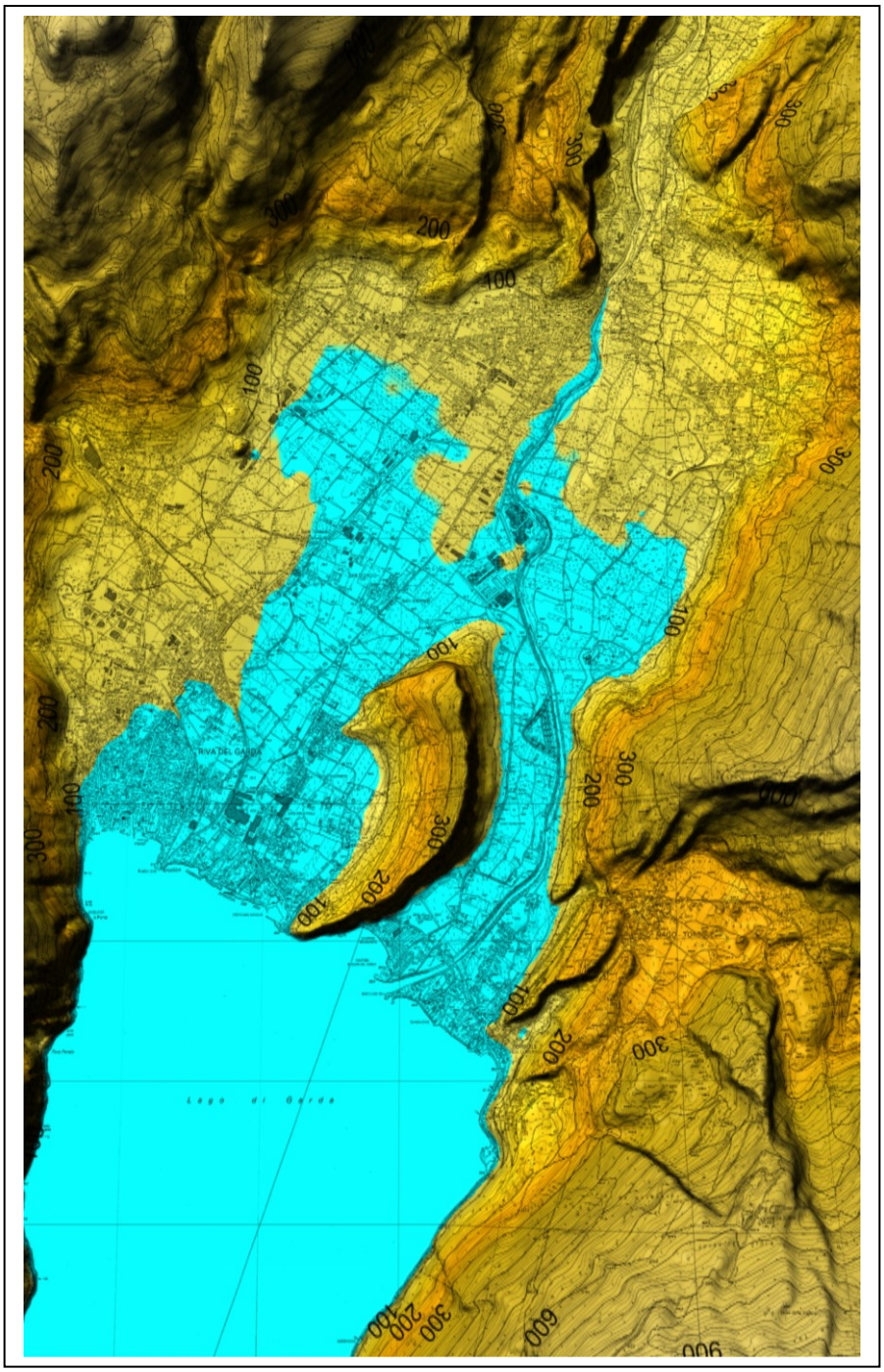


Fig. 14 – Zona dell'Alto Garda. Modello digitale del terreno elaborato a partire dai dati numerici della Provincia Autonoma di Trento a risoluzione 40 m, con sovrapposta la cartografia tecnica. Il colore azzurro riempie le aree poste al di sotto della quota di 82 m s.l.m. Questa immagine rappresenta dunque il livello del Garda a prima di 16000 anni fa (non il massimo livello). Il bacino lacustre giungeva all'altezza della città di Arco. Il monte Brione era un'isola posta in mezzo a questo braccio di lago. La foto da Nord con la nebbia sul lago alta 20 - 30 m rende l'idea.
Restituzione ed elaborazione e dei dati: Studio Geologico Associato GeoAlp.
Fig. 14 – Northern part of Garda Lake. Digital terrain model from numerical data of the Autonomous Province of Trento. The blue colour covers the land whose elevation is below 82 m a.s.l. The picture is an image of the Garda Lake level before 16000 years ago (not the maximum one). Mount Brione was an island in the middle of this branch of the Garda. Data processing by Studio Geologico Associato GeoAlp. The picture (from North) with a fog layer 20 – 30 m above the lake surface gives an example.

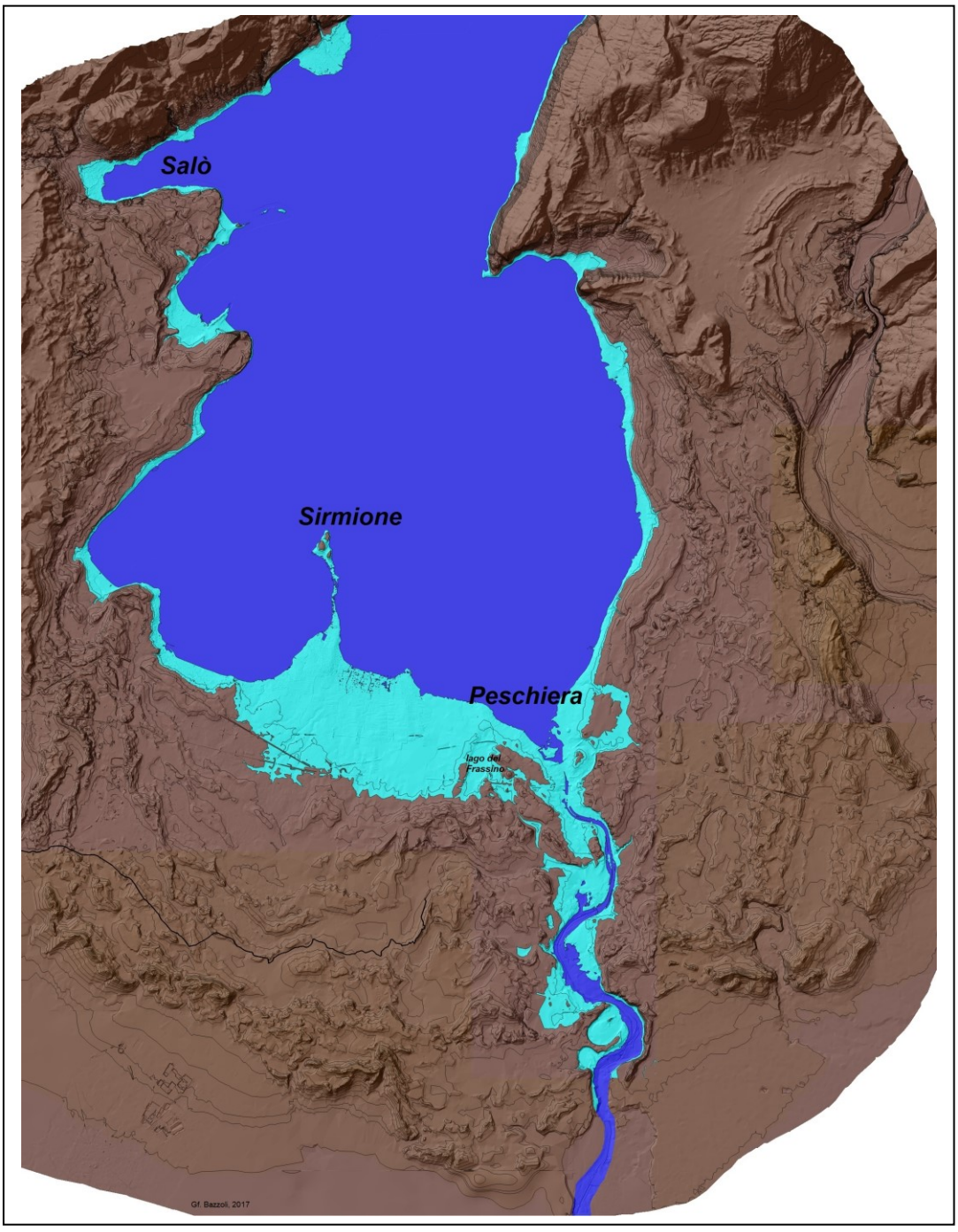


Fig. 15 – Zona del Basso Garda. Modello digitale del terreno elaborato a partire dai dati numerici risoluzione 5 m della Regione Lombardia e della Regione Veneto. In blu la quota lago fino a 66 m s.l.m, corrispondente alla linea di spiaggia attuale. Il colore azzurro riempie le aree poste al di sotto della quota di 82 m s.l.m., alla quale il laghetto del Frassino risulta collegato al Garda. Questa immagine rappresenta dunque il livello del Garda a prima di 16000 anni fa (non il massimo livello). Sirmione era un'isola. Restituzione ed elaborazione e dei dati: Studio Geologico Associato GeoAlp.

Fig. 15 – Southern part of Garda Lake. Digital terrain model from numerical data (DTM 5 m) of the Regione Lombardia and the Regione Veneto. In dark blue is the present day shoreline of Garda Lake (66 m a.s.l.). The light blue colour covers the land whose elevation is below 82 m a.s.l.: the Frassino Lake is connected to the Garda Lake. The picture is an image of the Garda Lake level before 16000 years ago (not the maximum level). Sirmione was an island. Data processing by Studio Geologico Associato GeoAlp.

Riferimenti bibliografici

ARPA Veneto – Considerazioni sui livelli idrometrici del Lago di Garda. http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/idrologia/file-e-allegati/rapporti-e-documenti/idrologia-regionale/idrologia-regionale-la-rete-idrometrica/bacino-del-garda-mincio

Baroni C. (1985) – Note sulla paleogeografia olocenica della costa occidentale del Lago di Garda. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 8 49-61.

Baroni C. (2010) – Paleolivelli tardoglaciali e olocenici del Lago di Garda. Convegno "Una nuova geologia per la Lombardia" Milano 2008, LED Edizioni Universitarie. Pag. 231-254.

Bazzoli G. (2014) – Note sui livelli idrometrici del Garda. Il Geometra Bresciano, 35, 5, 66-70.

Cadrobbi M. (1961) – Guida geologica del Basso Sarca. Società Museo Civico di Rovereto.133 pp, 13 tavv. f.t.

Guerrini P. (1929) – Le cronache bresciane inedite dei secoli XV-XIX. III. Brescia.

Felber M., Veronese L., Cocco S., Frei W., Nardin M., Oppizzi P., Santuliana E., Violanti D. (2000) – Indagini sismiche e geognostiche nelle valli del Trentino meridionale (Val d'Adige, Valsugana, Valle del Sarca, Valle del Chiese), Italia. St. Trent. Sc. Nat., Acta Geol. 75, pp. 3-52

Luzzini F. (2014) - Un dibattito lungo secoli. La galleria Adige-Garda. Acque Sotterranee – Italian Journal of Groundwater, n 1/135, marzo 2014.

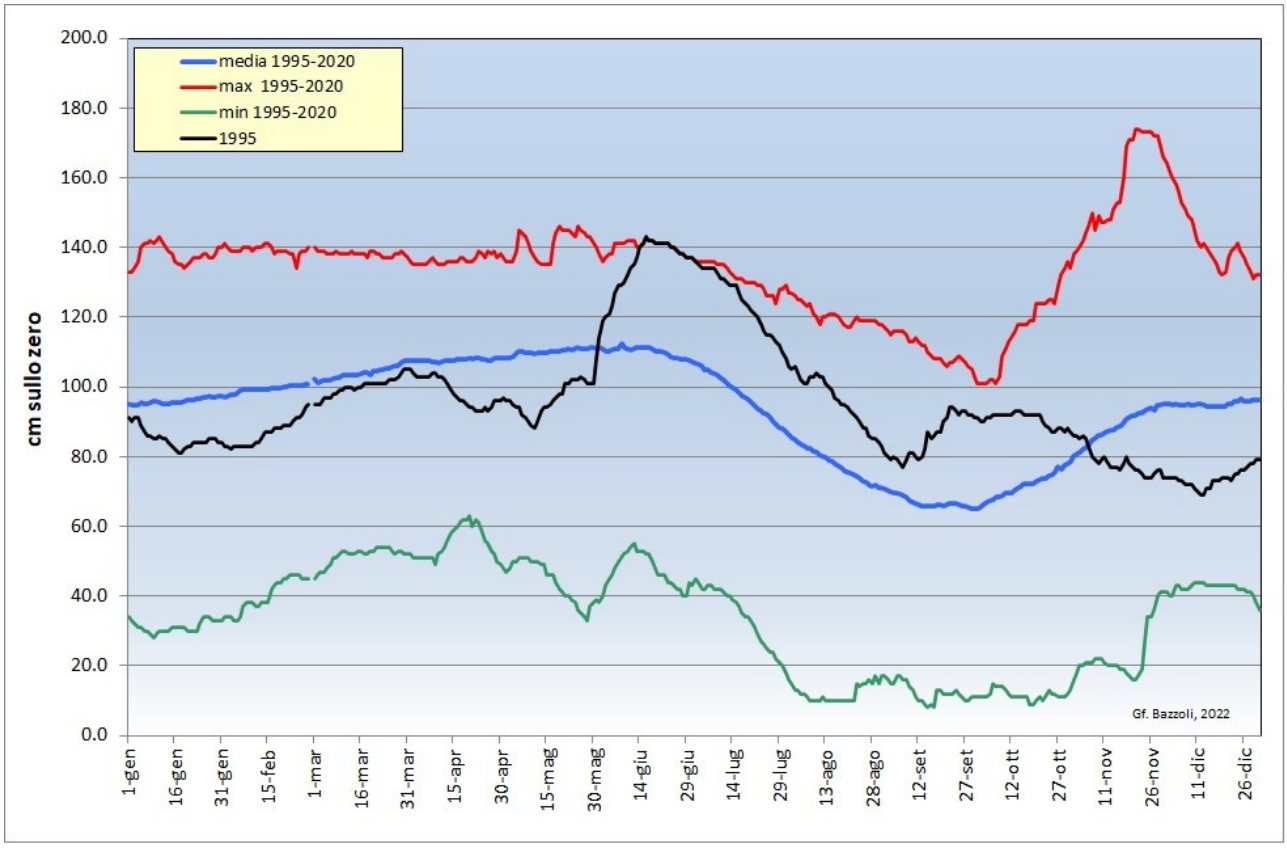
https://www.comunitadelgarda.it/Misura-del-livello-del-Lago-di-Garda/1136-1.html. Sito della Comunità del Garda con i livelli giornalieri.

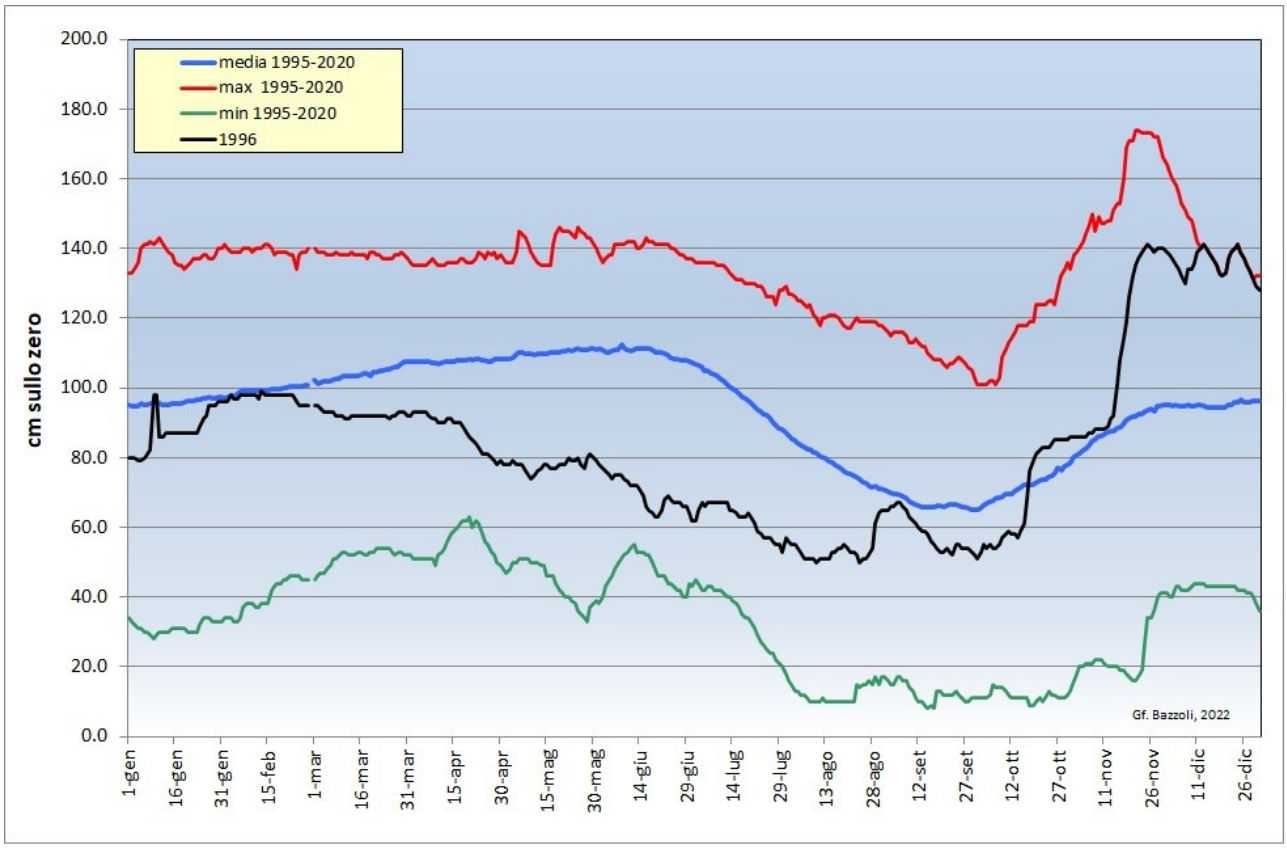
https://www.laghi.net. Sito Enti Regolatori Grandi Laghi Lombardia

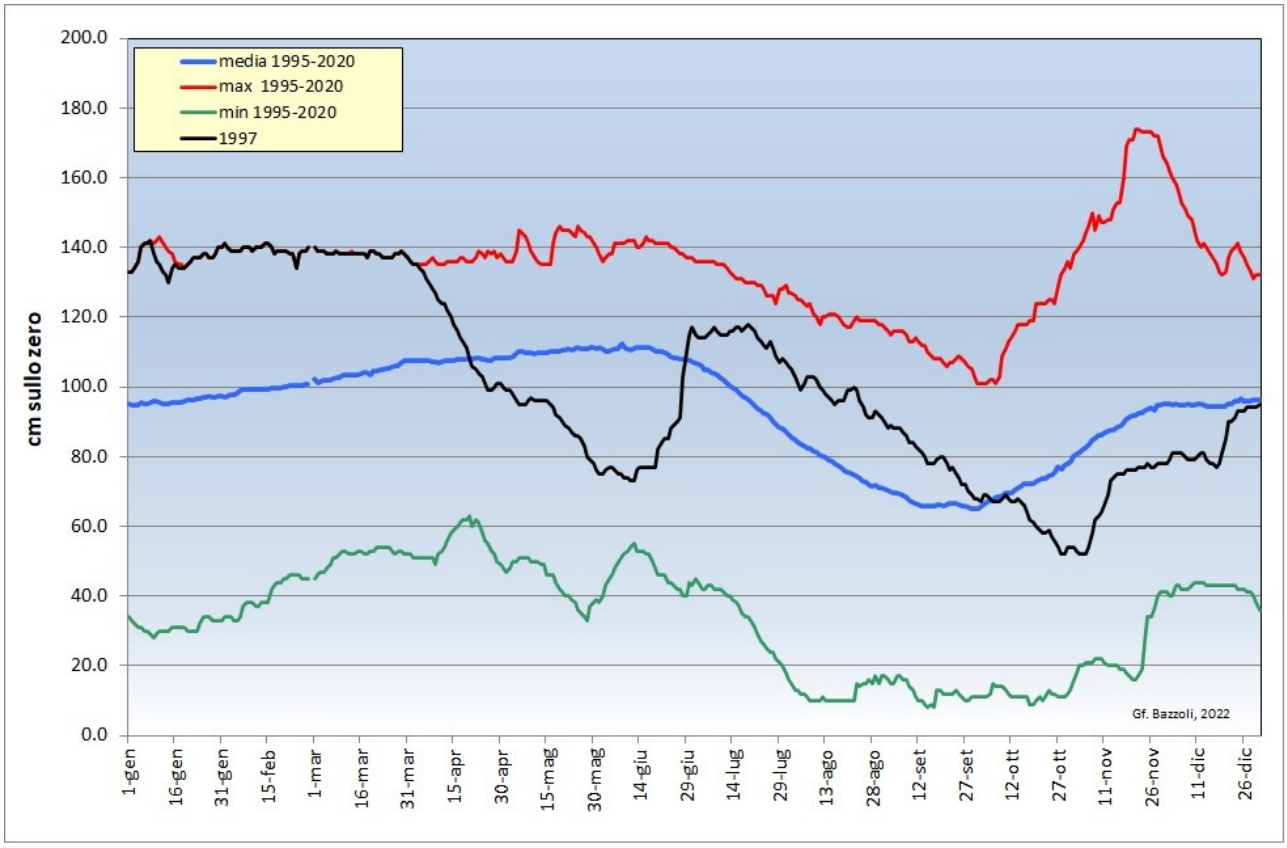
http://www.bacinimontani.provincia.tn.it/pdf/galleria_adige_garda_loppio.pdf. - Notizie sulla galleria Adige-Garda (ultima visita al sito 2015)

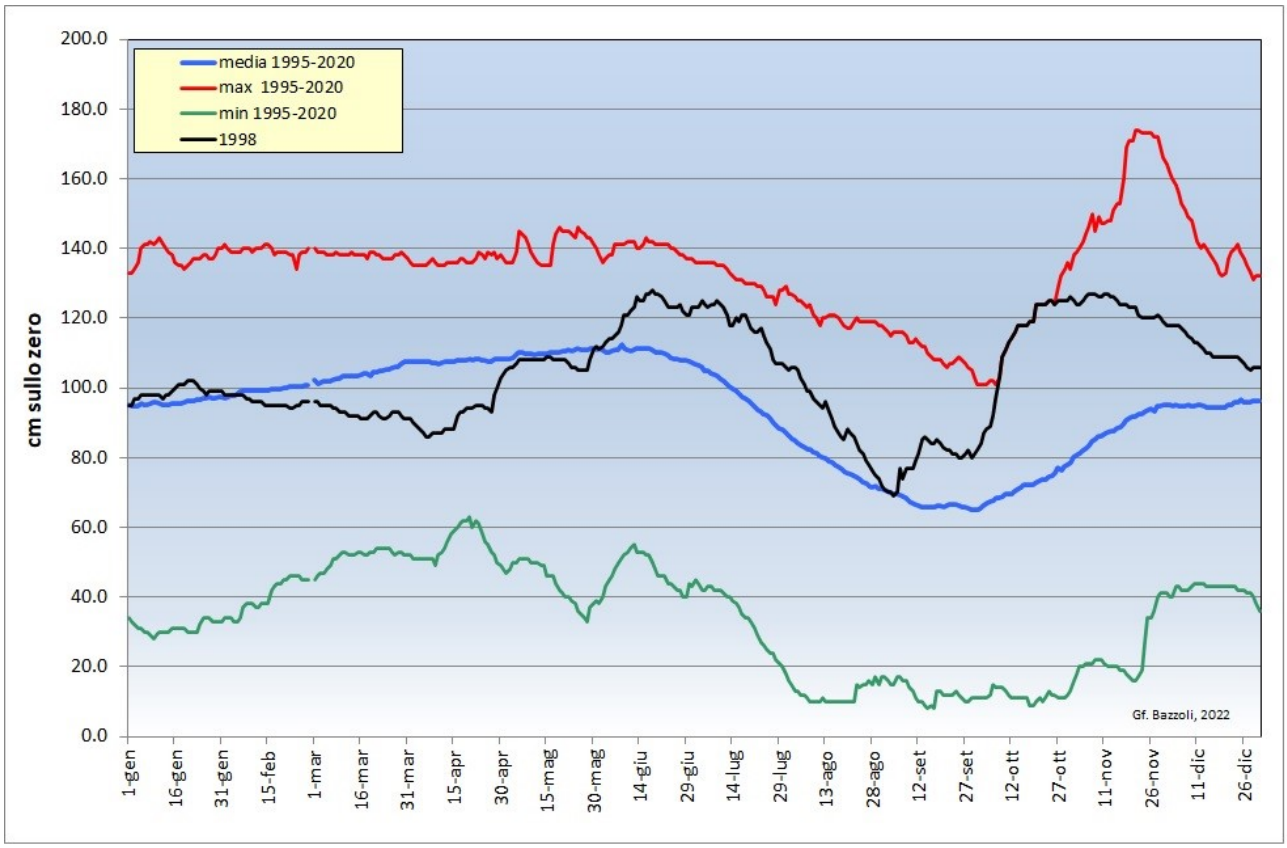
Appendice 1

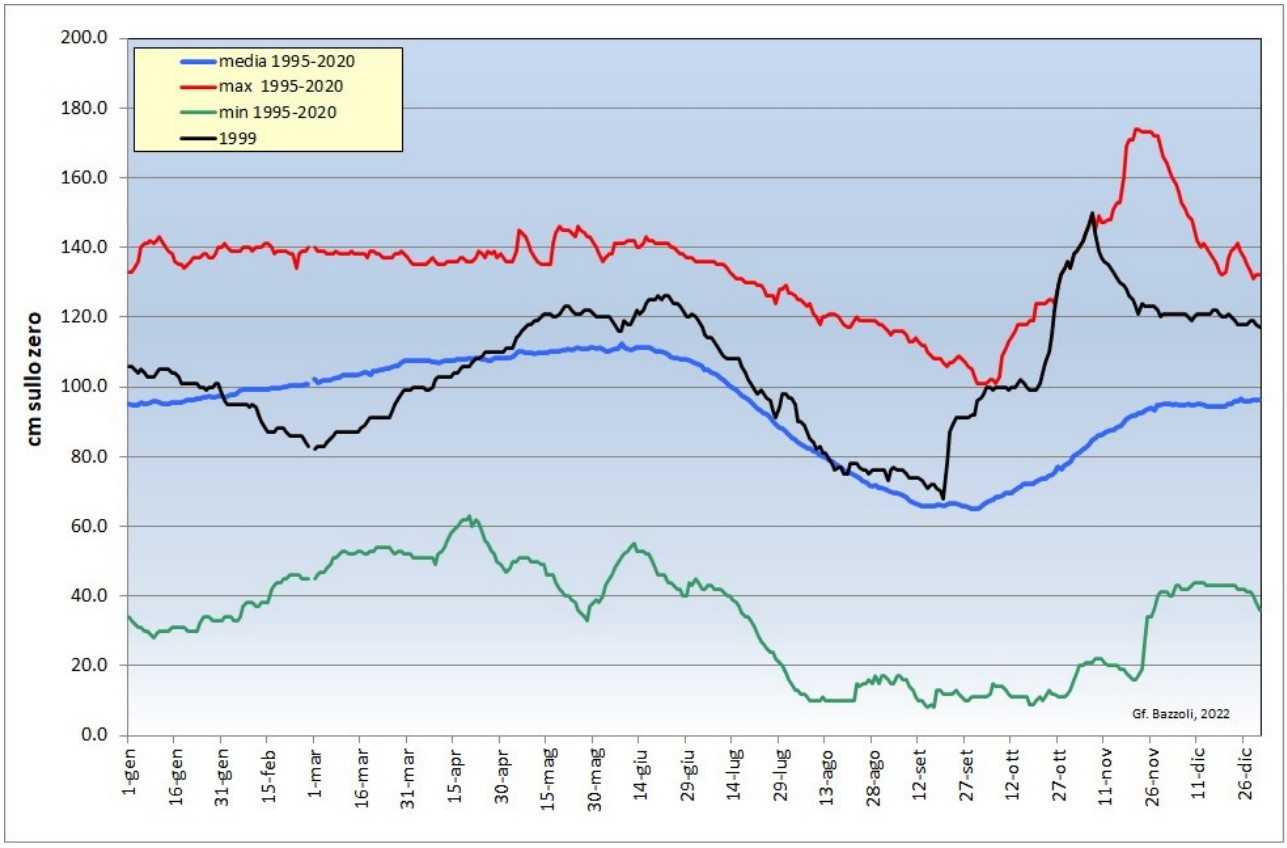
Diagrammi con le variazioni giornaliere del livello del lago di Garda, in cm sullo zero idrometrico, dal 1995 al 2024. In ogni diagramma sono confrontate con il valore medio, minimo e massimo allo stesso giorno dell'anno (riferito al periodo 1995 -2020).

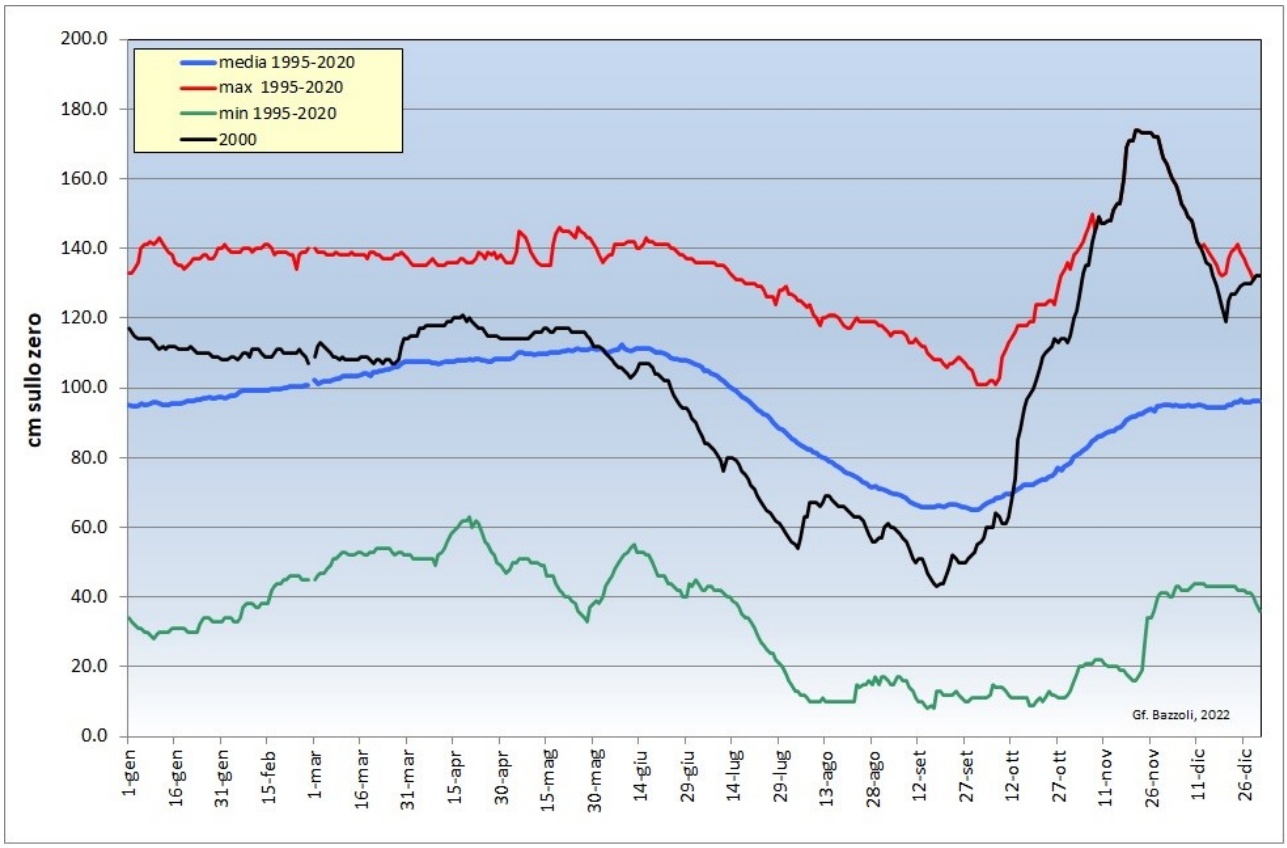

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
1995
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

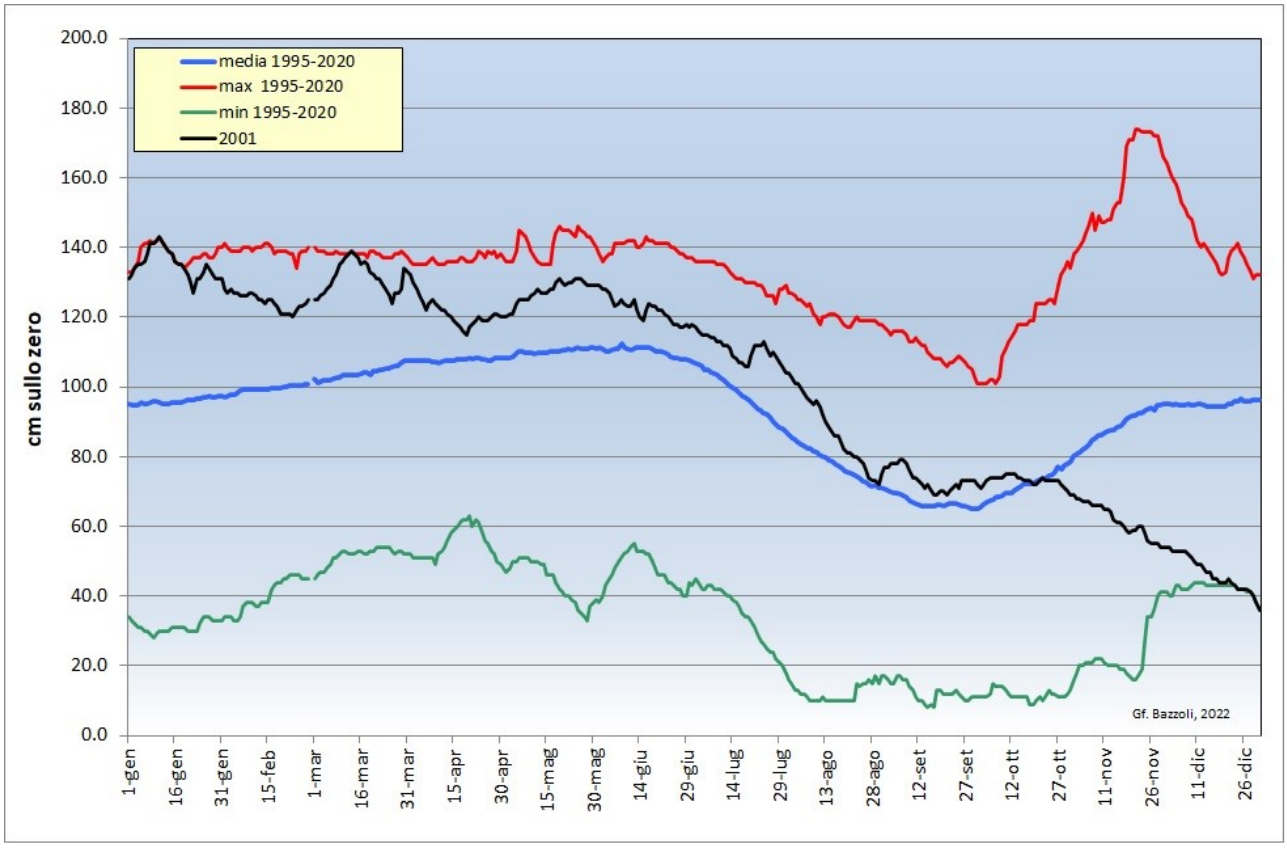

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
1996
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

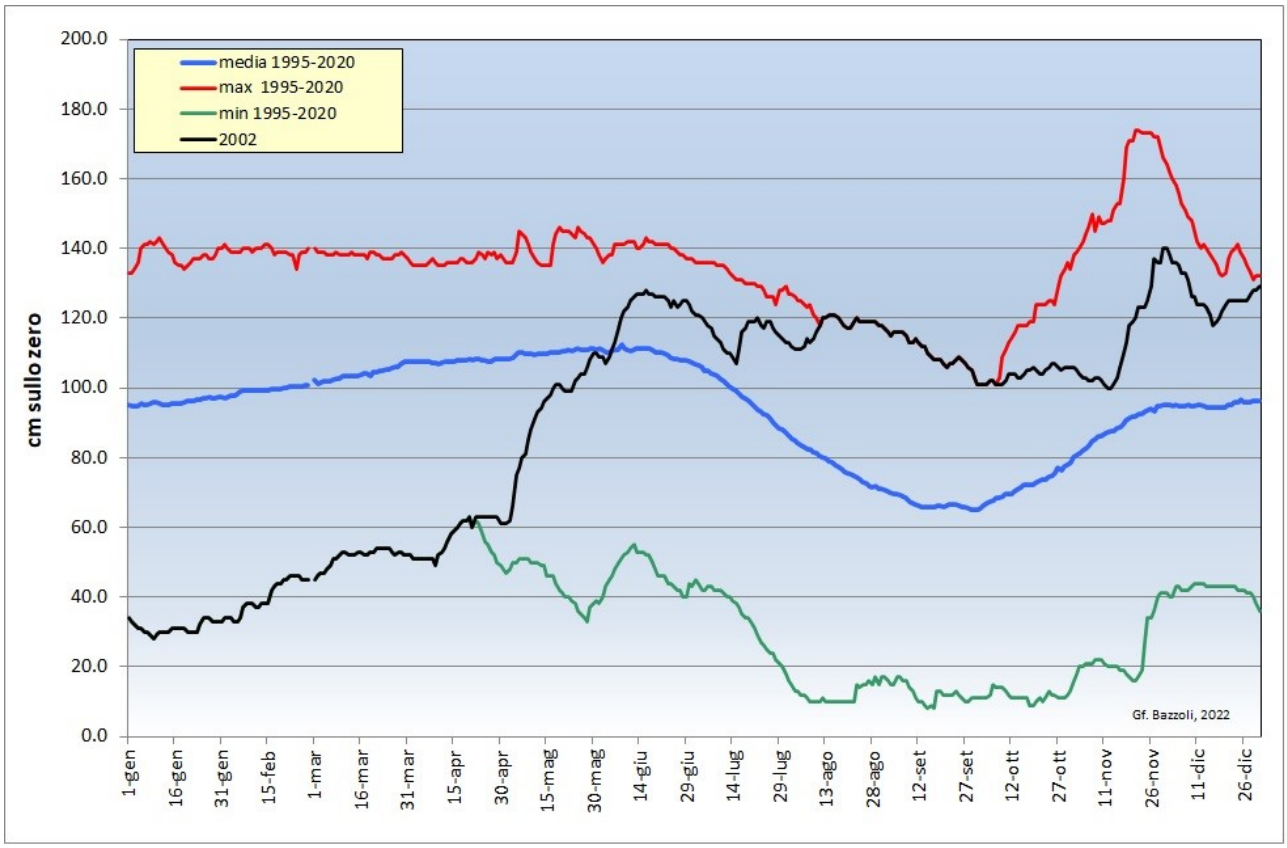

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
1997
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

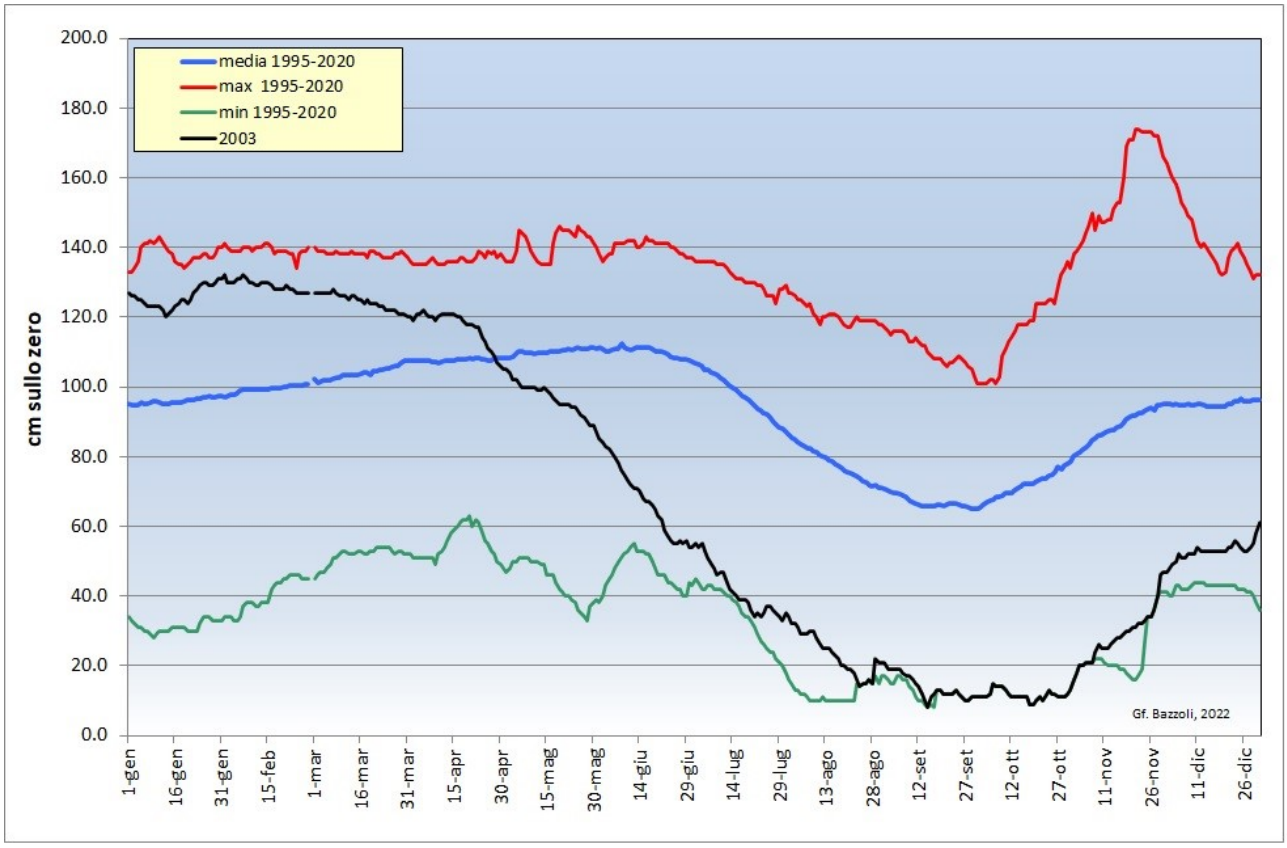

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
1998
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

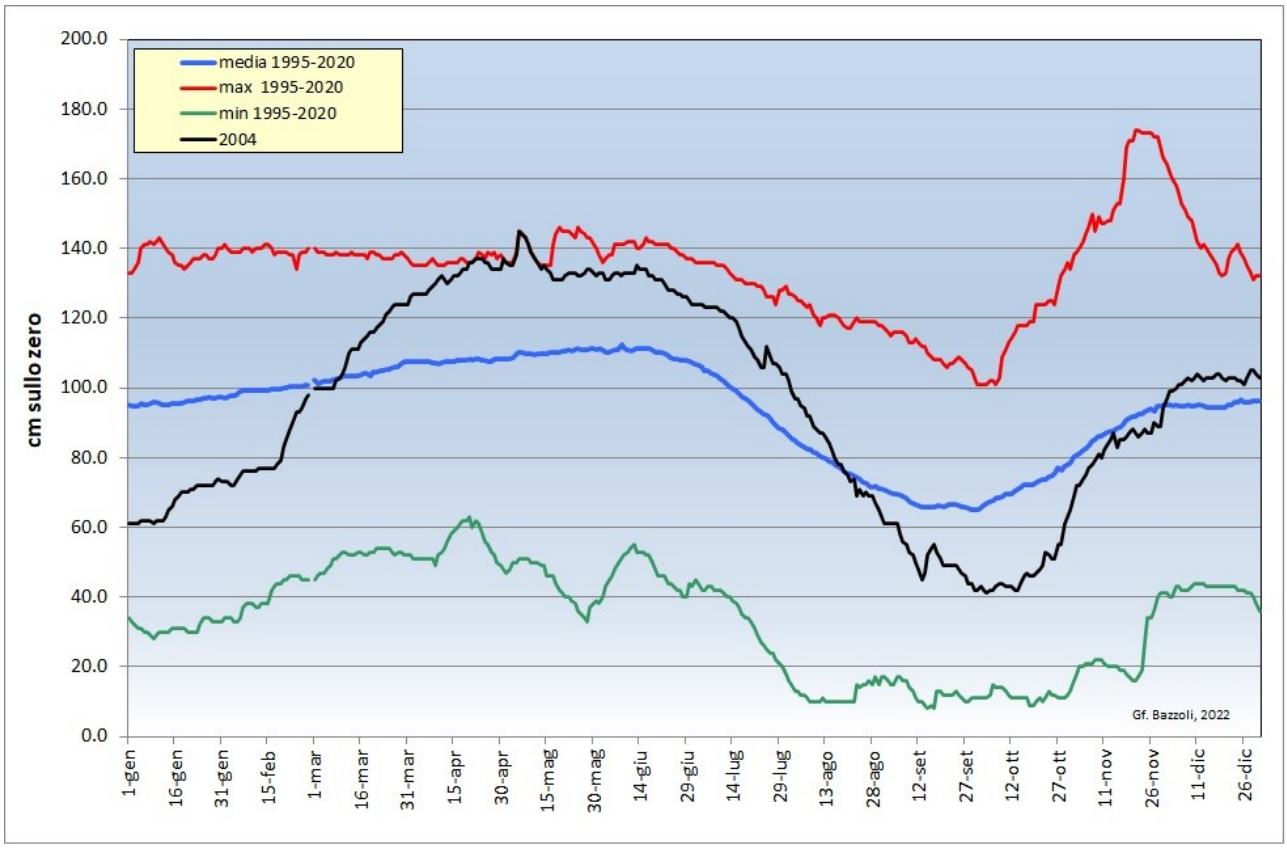

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
1999
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

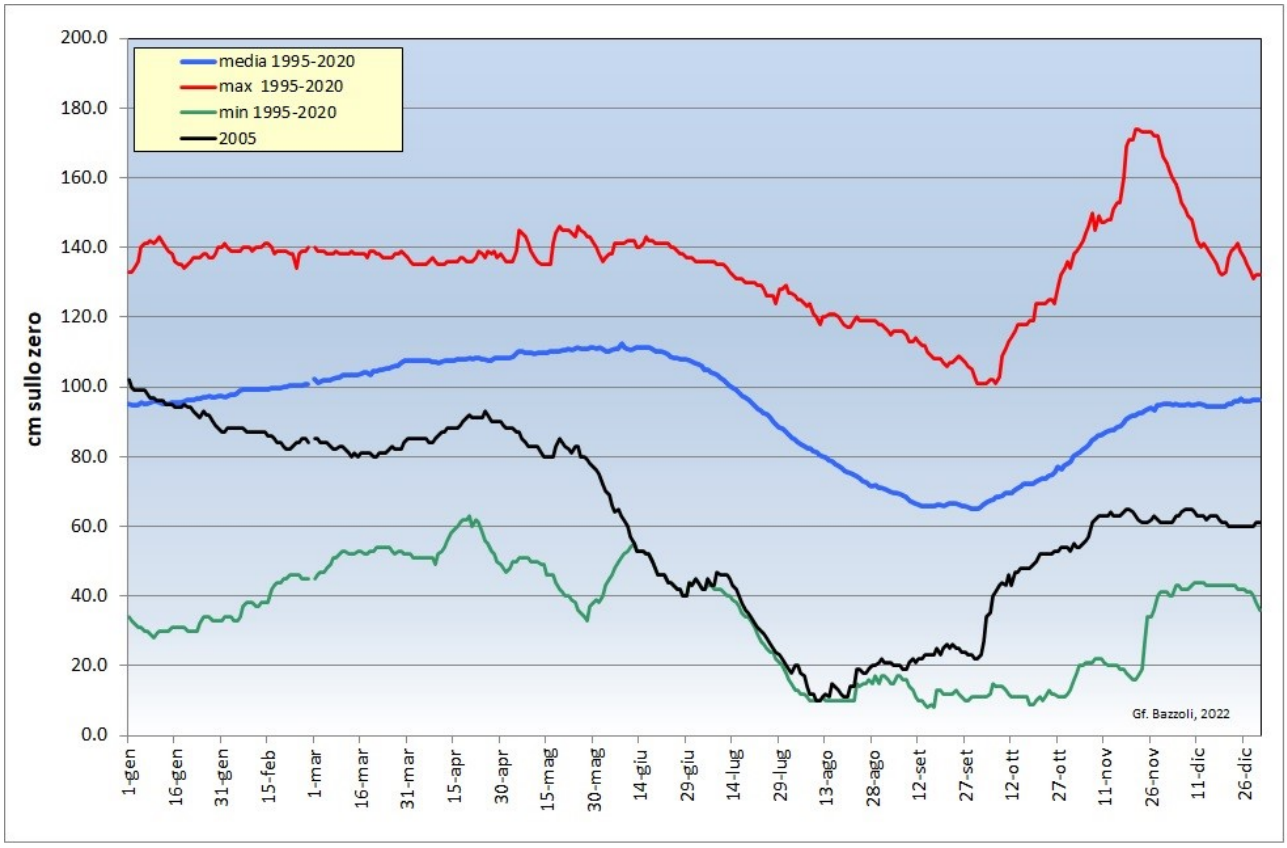

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2000
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

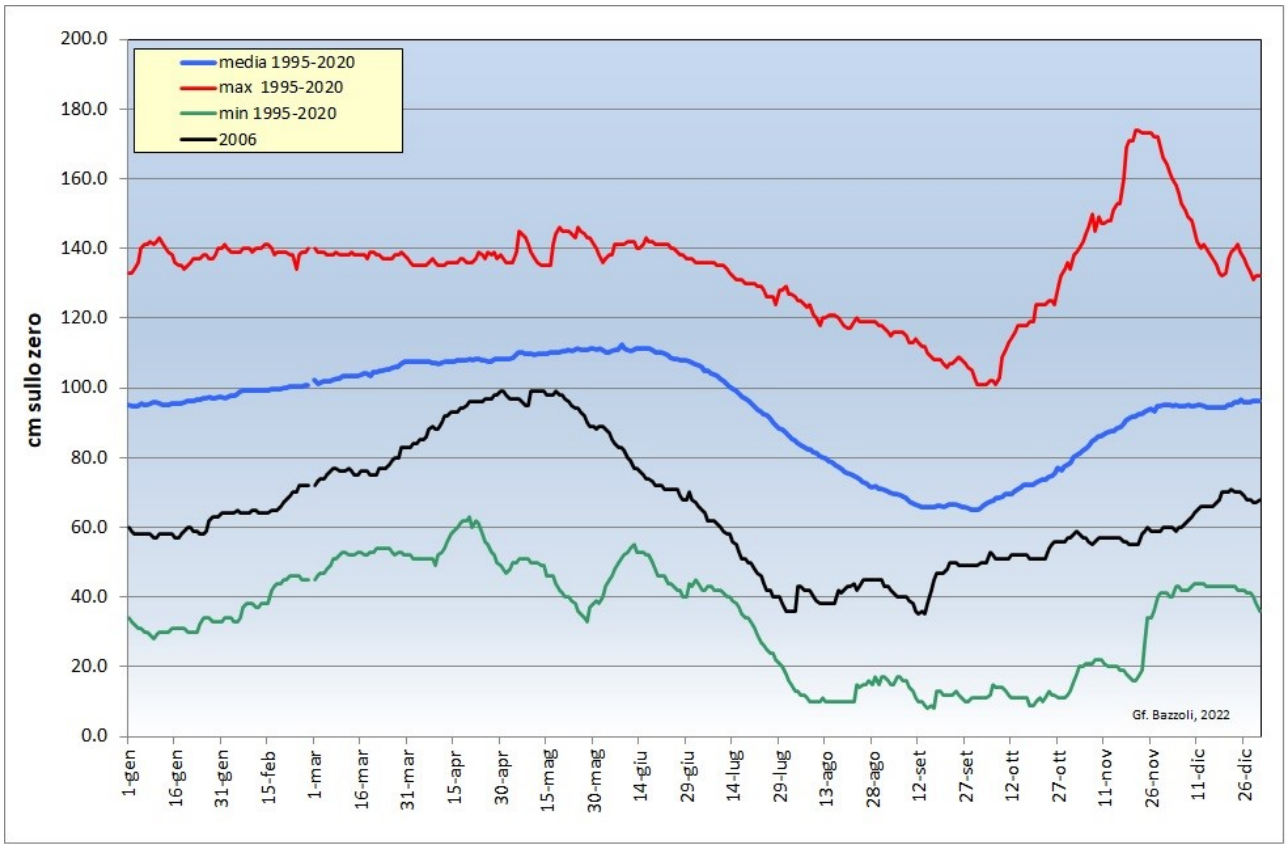

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2001
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

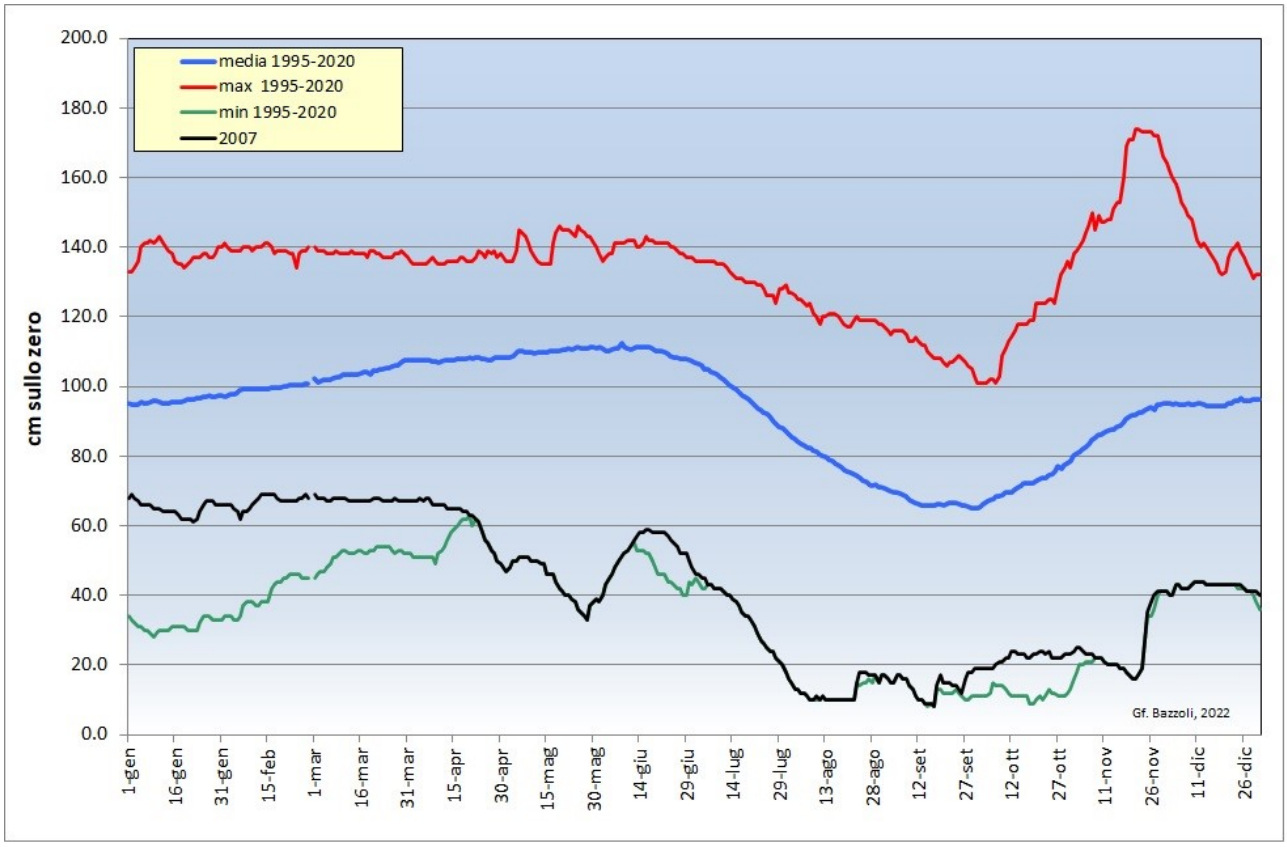

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2002
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

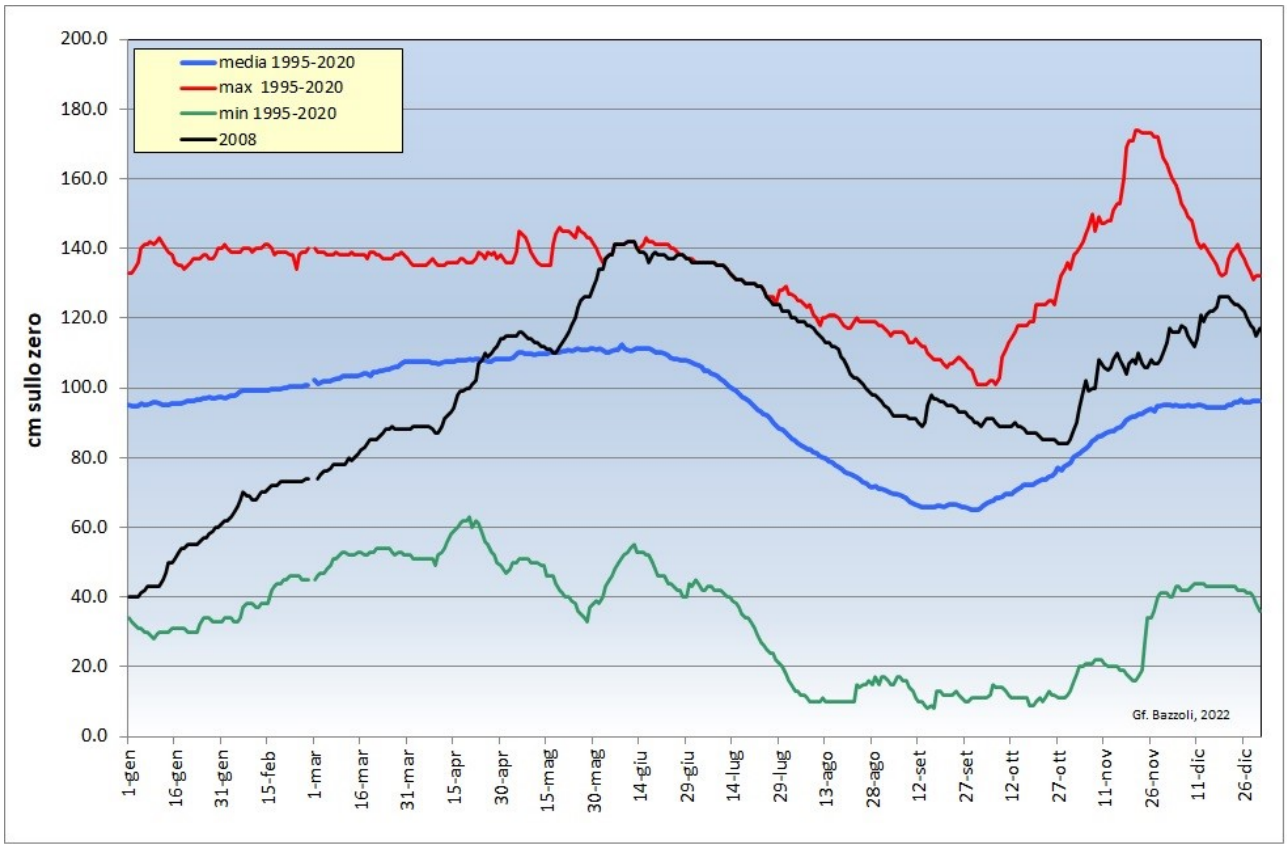

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2003
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

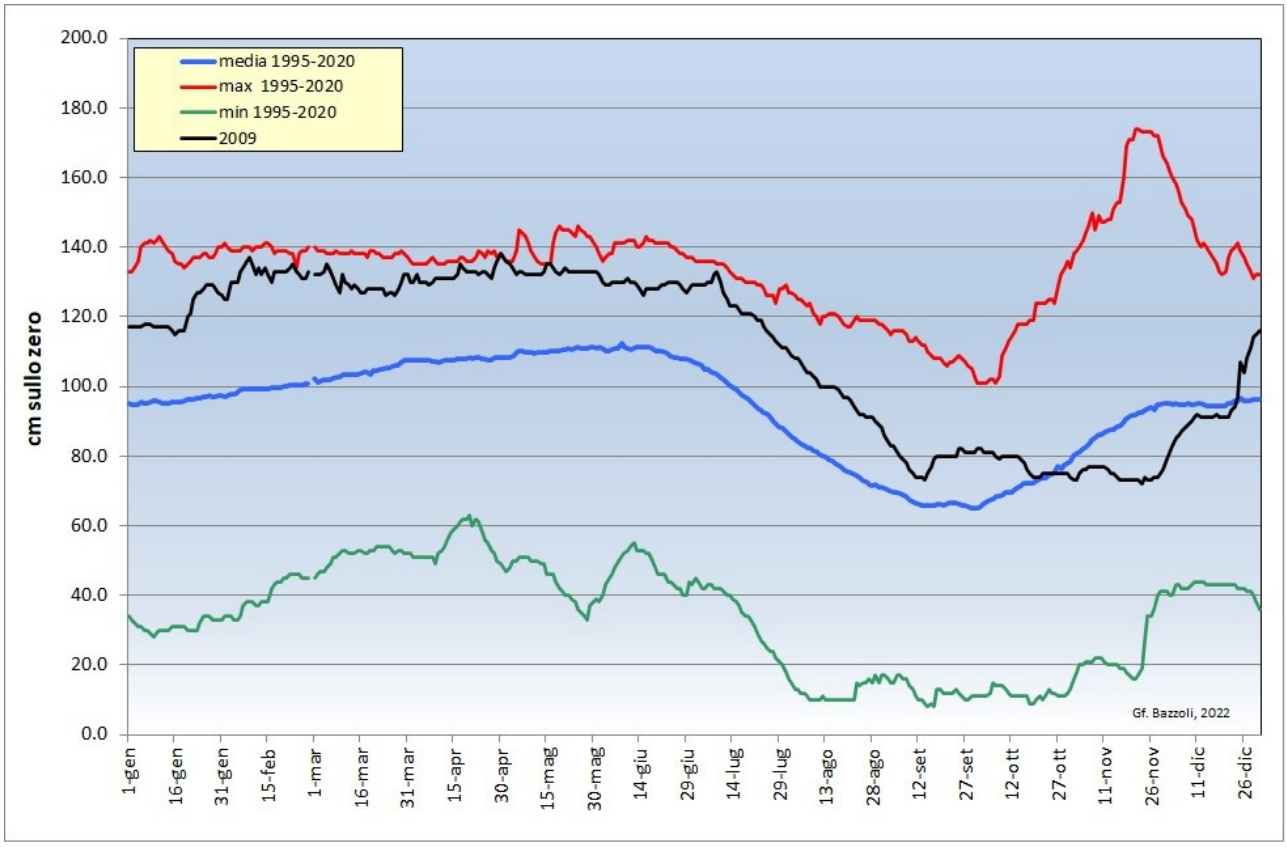

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2004
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

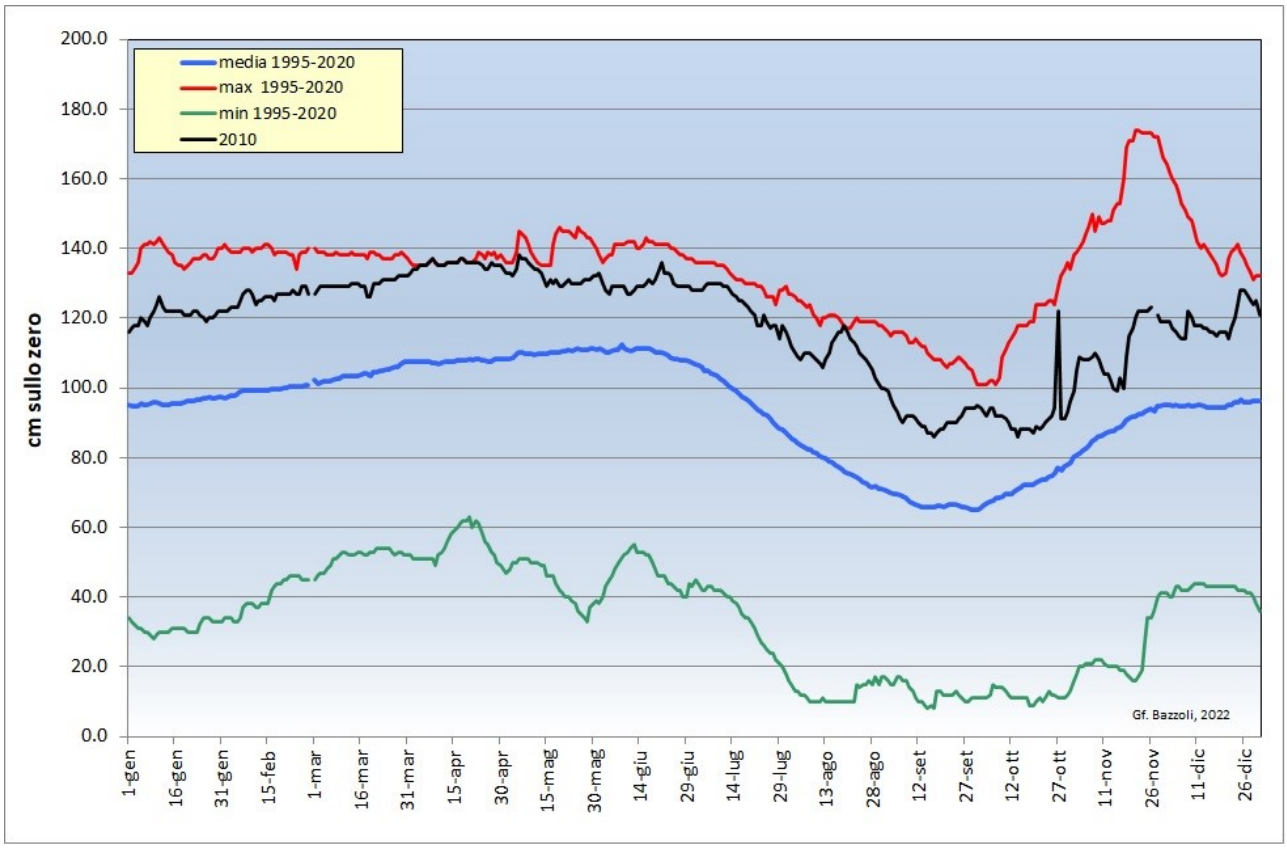

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2005
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

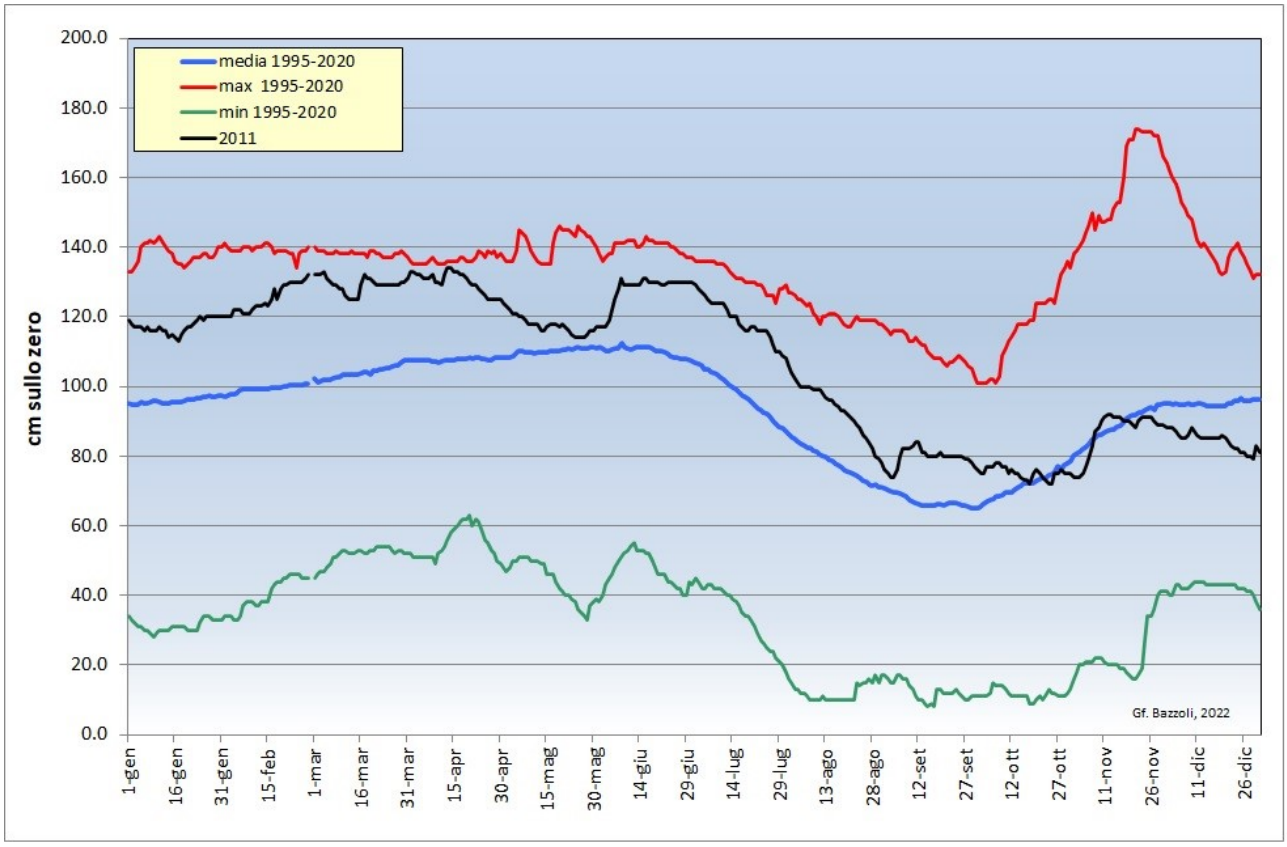

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2006
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

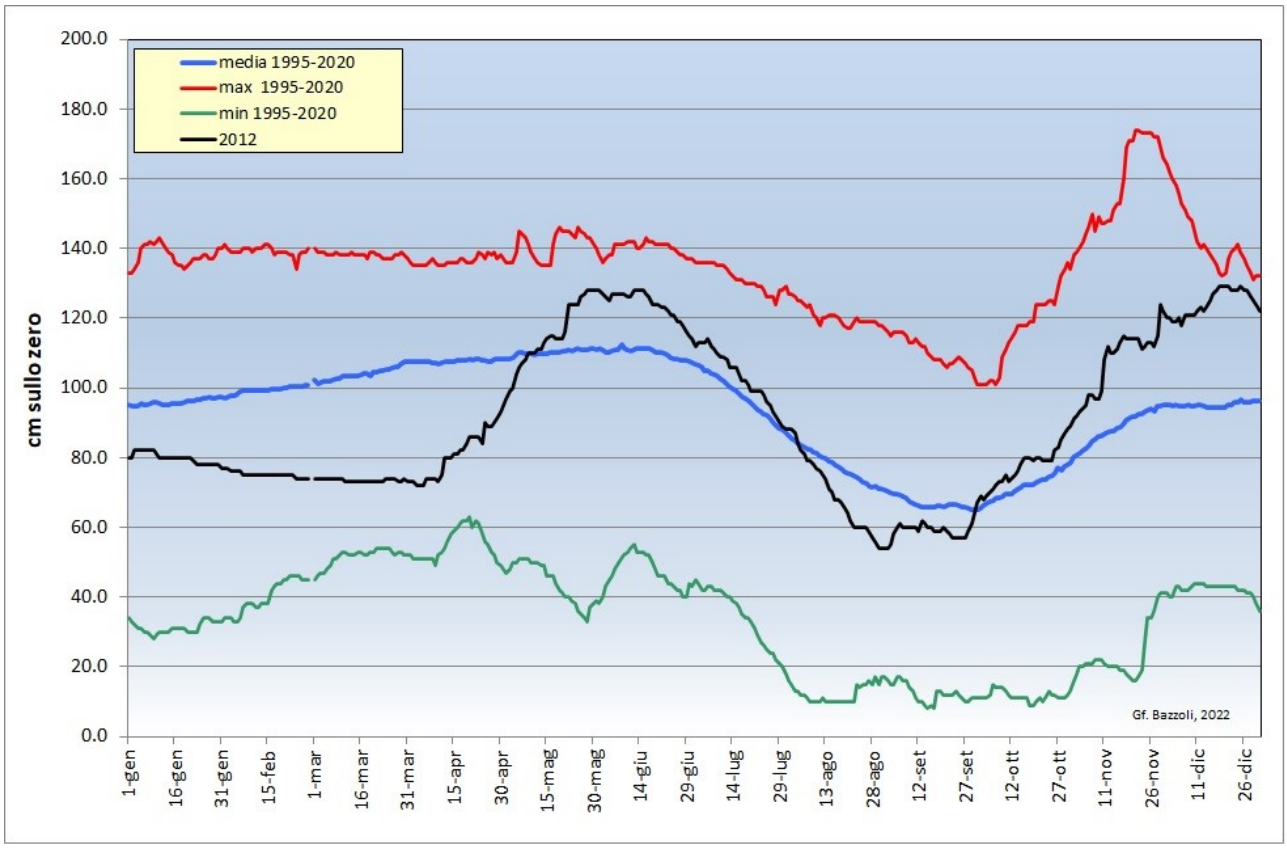

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2007
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

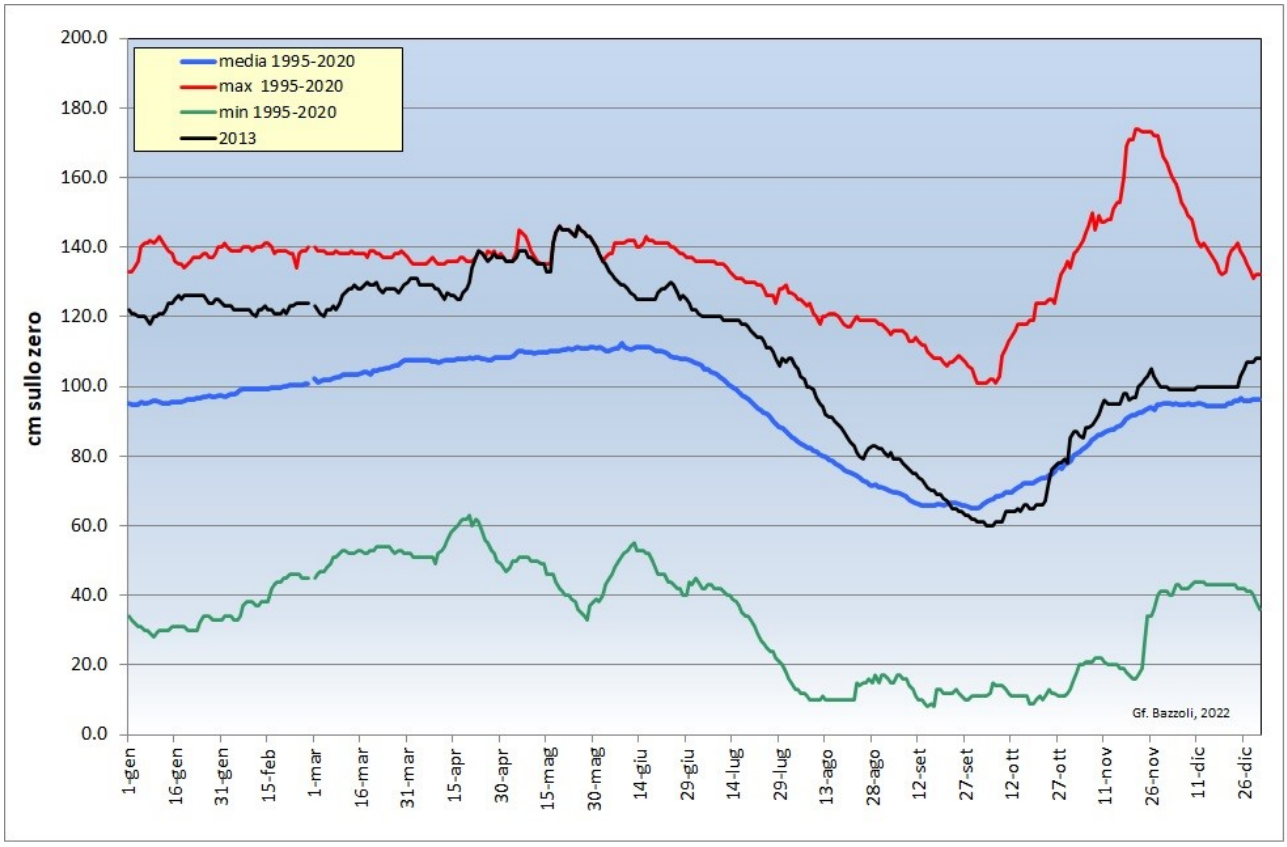

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2008
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

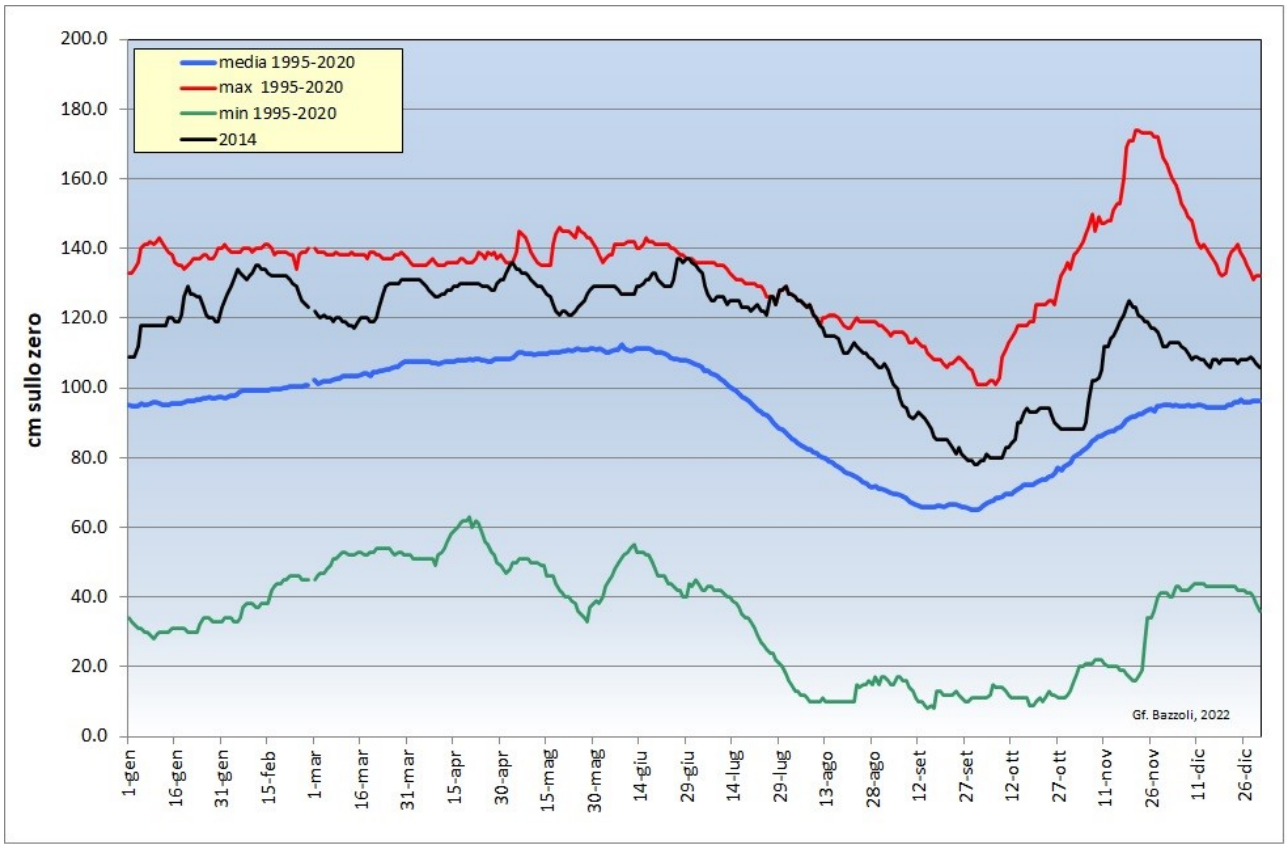

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2009
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

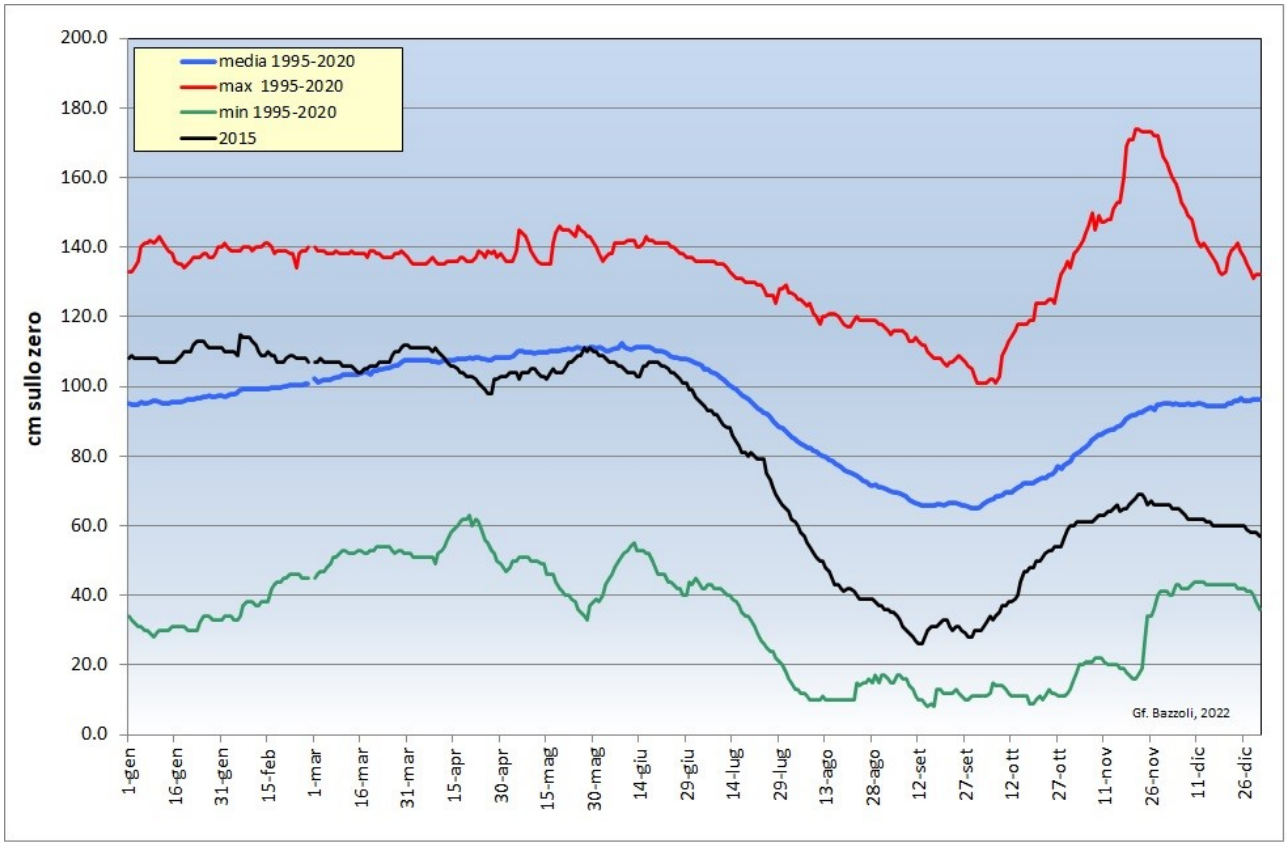

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2010
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

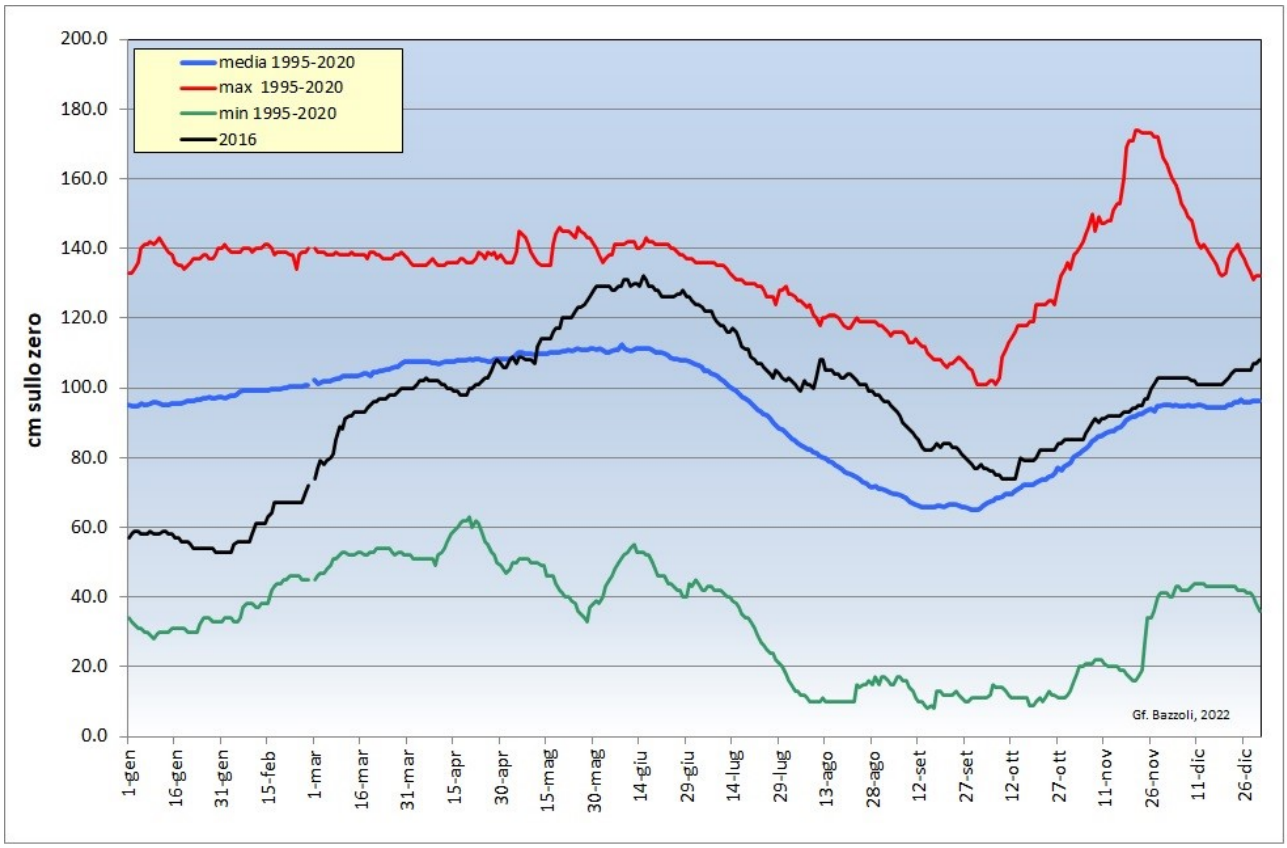

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2011
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

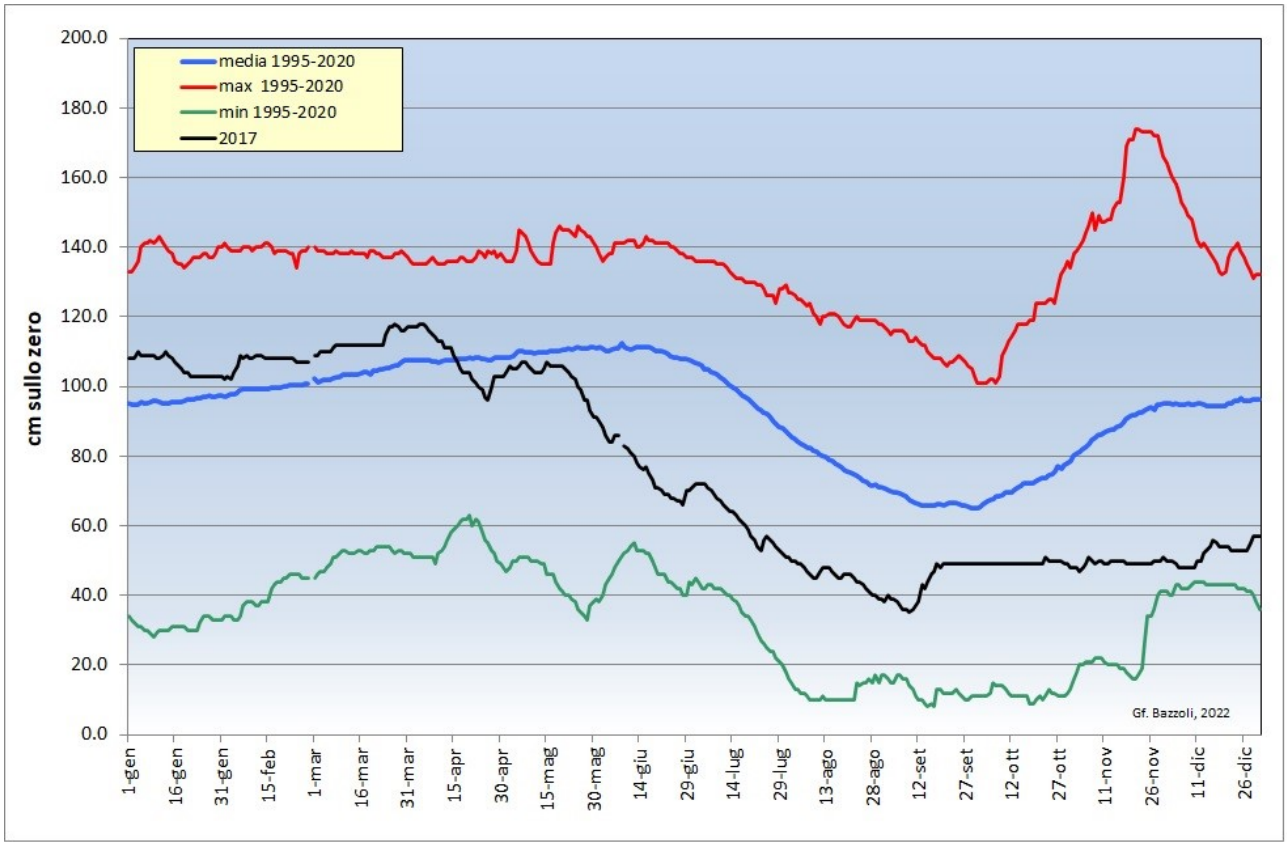

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2012
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

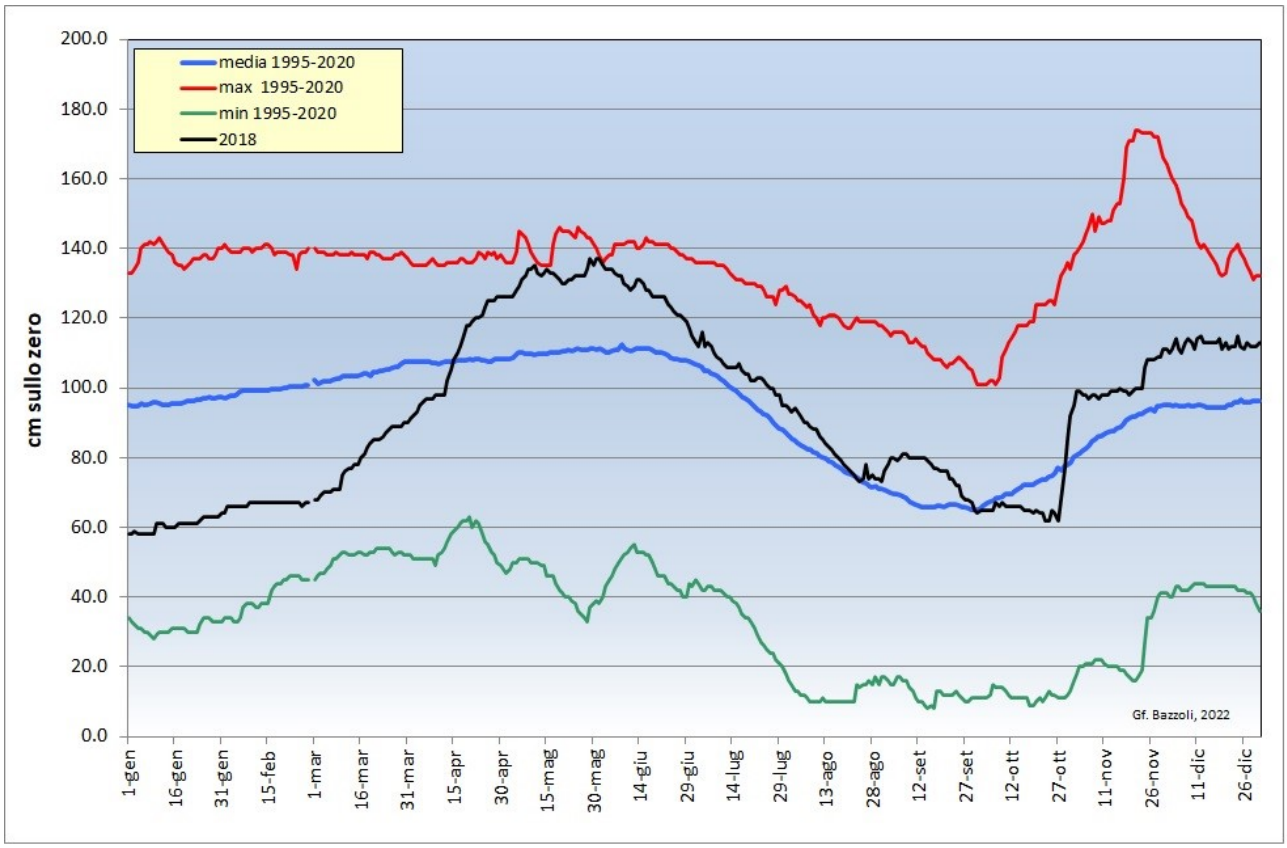

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2013
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

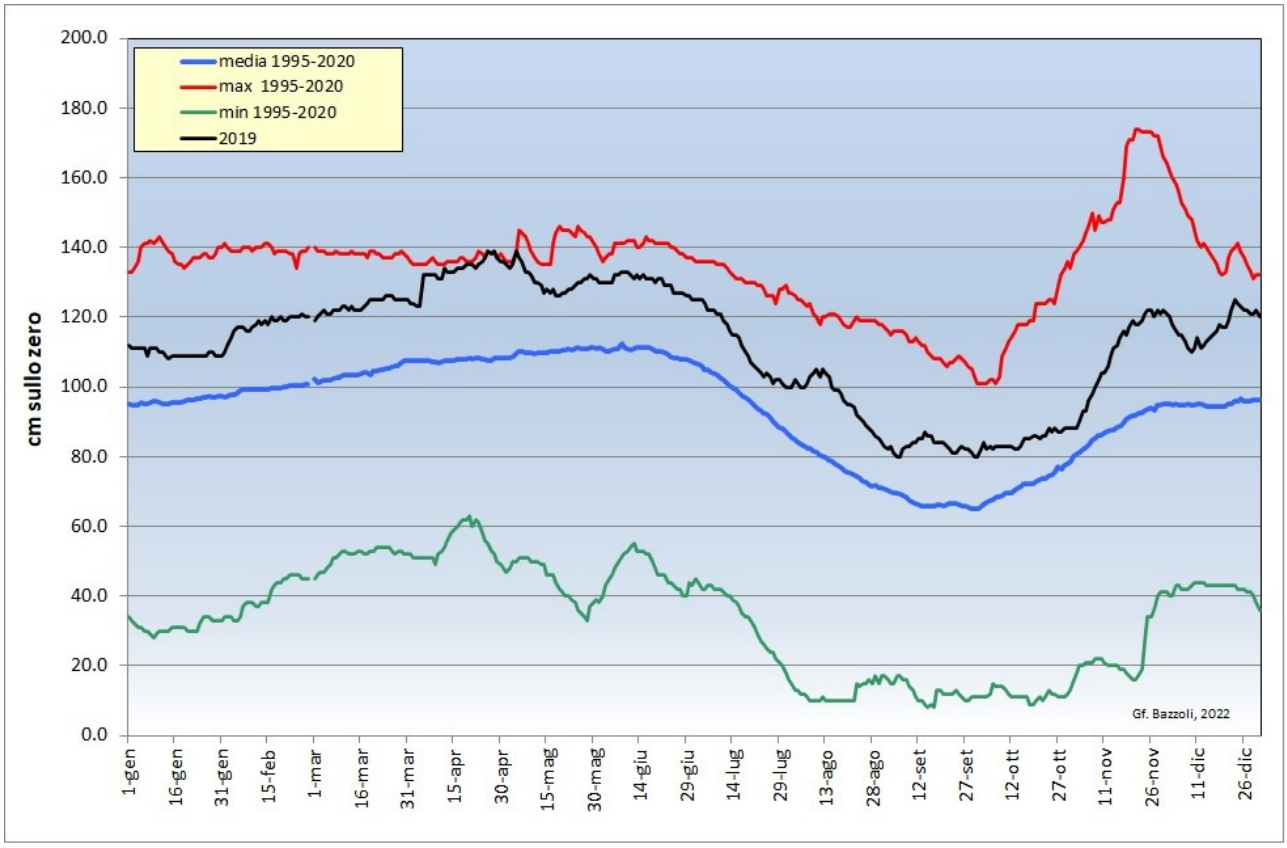

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2014
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

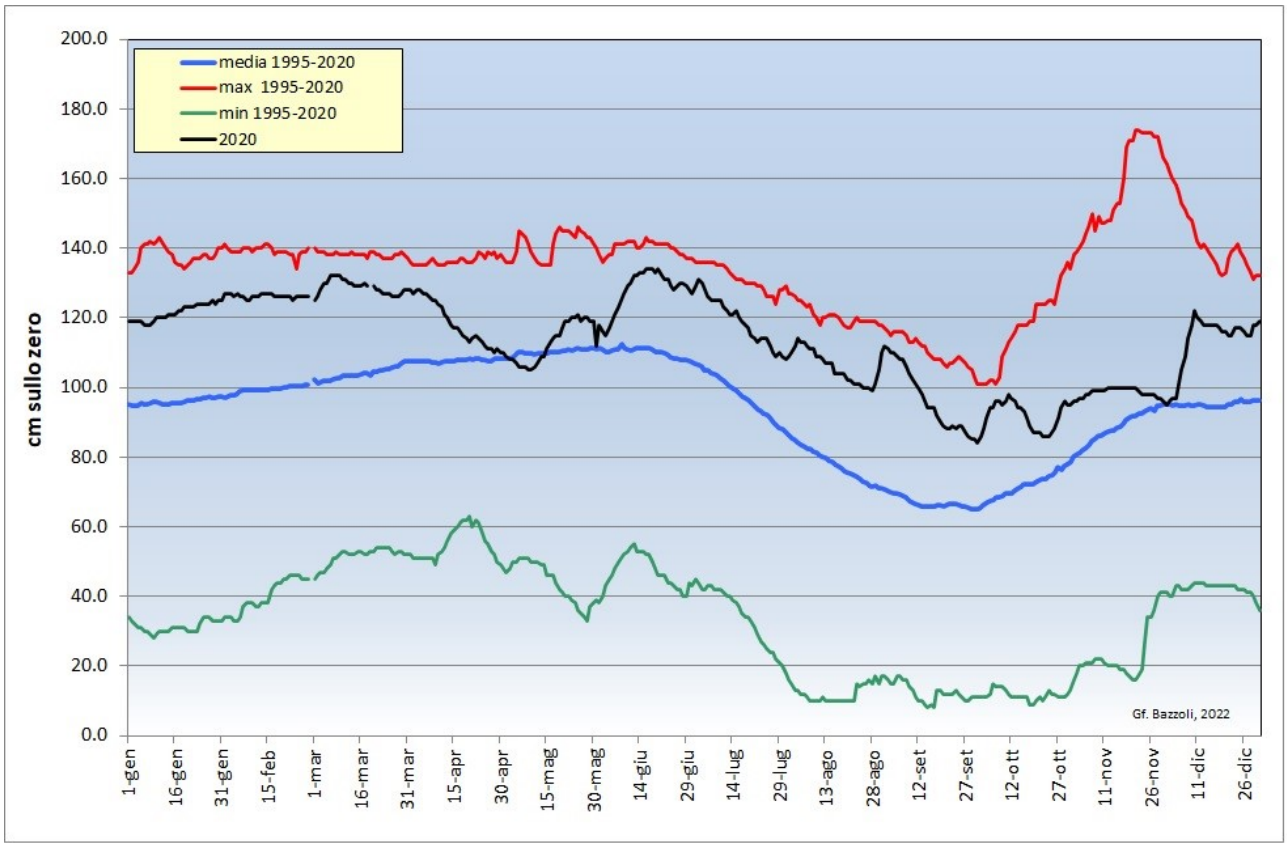

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2015
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

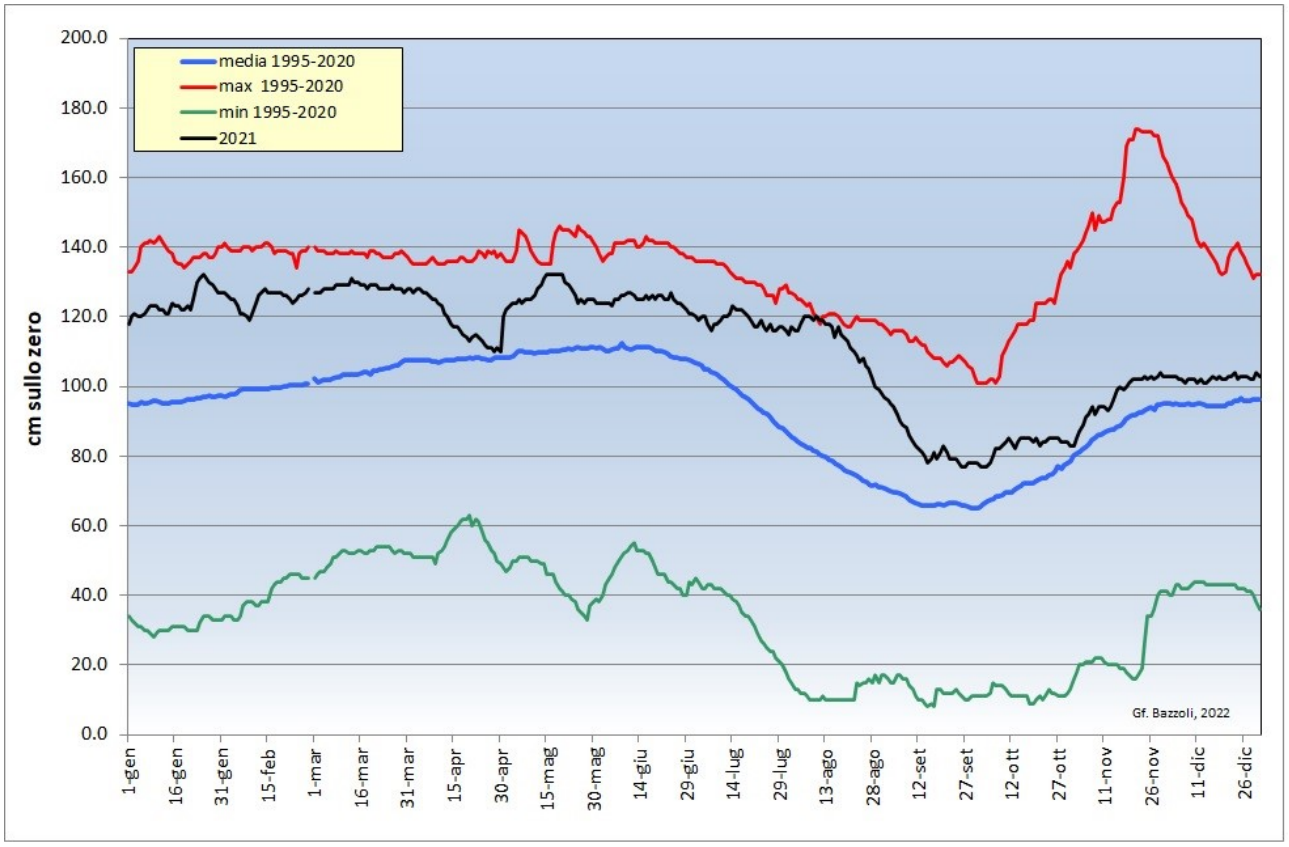

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2016
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

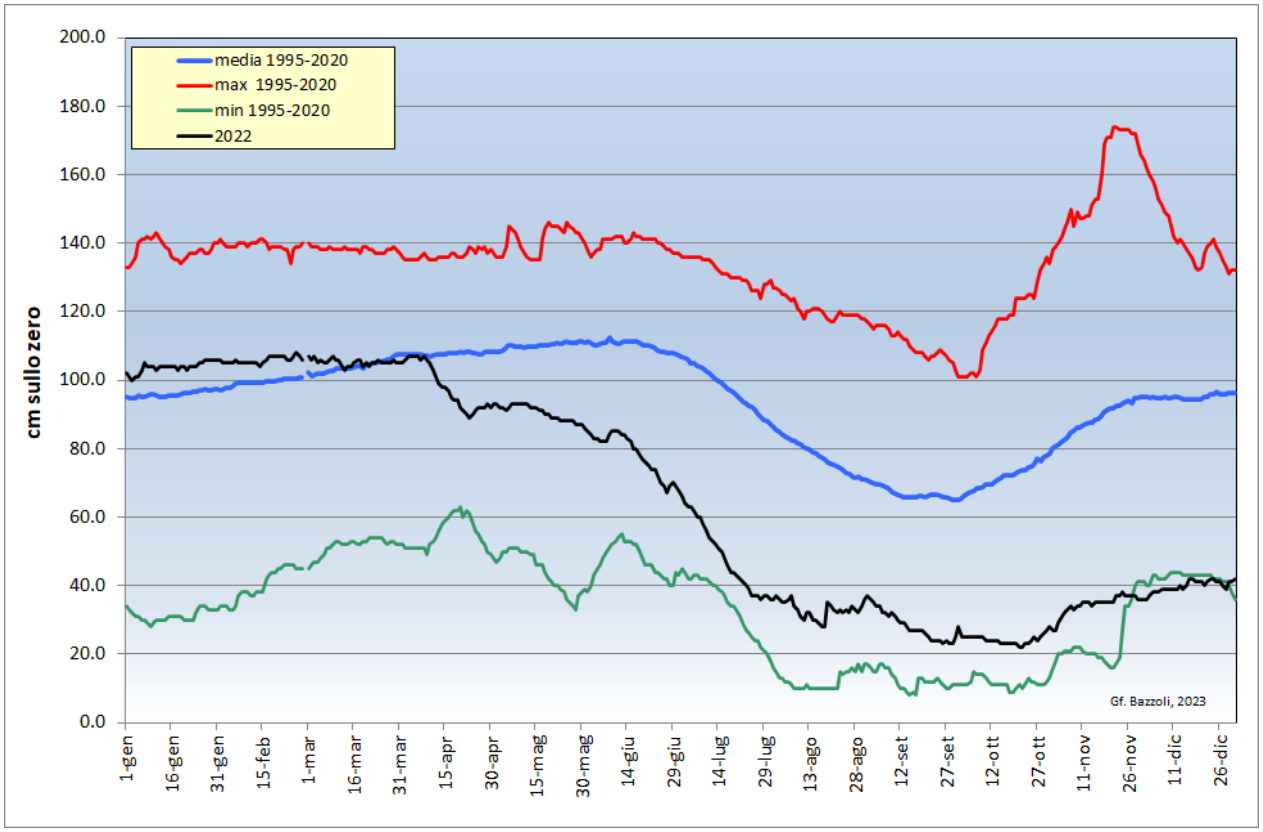

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2017
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

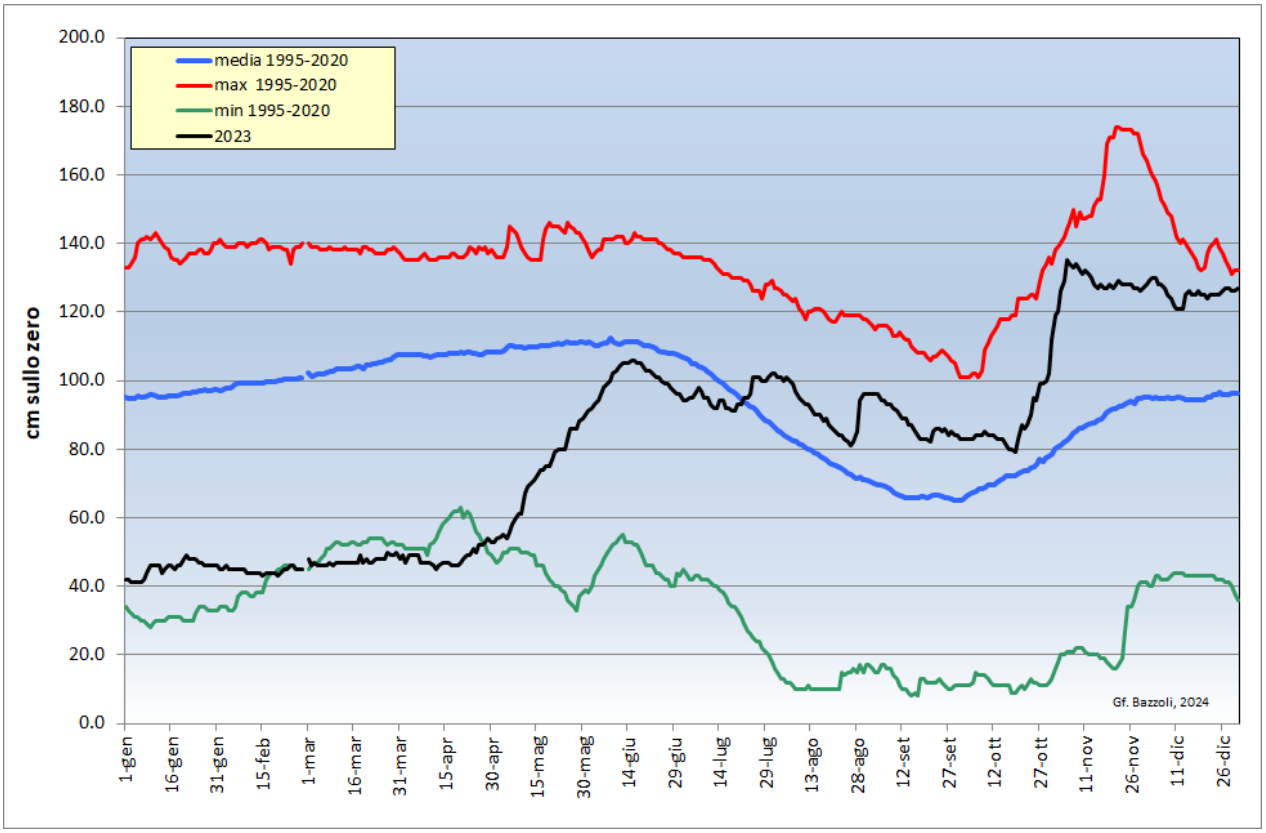

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2018
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022

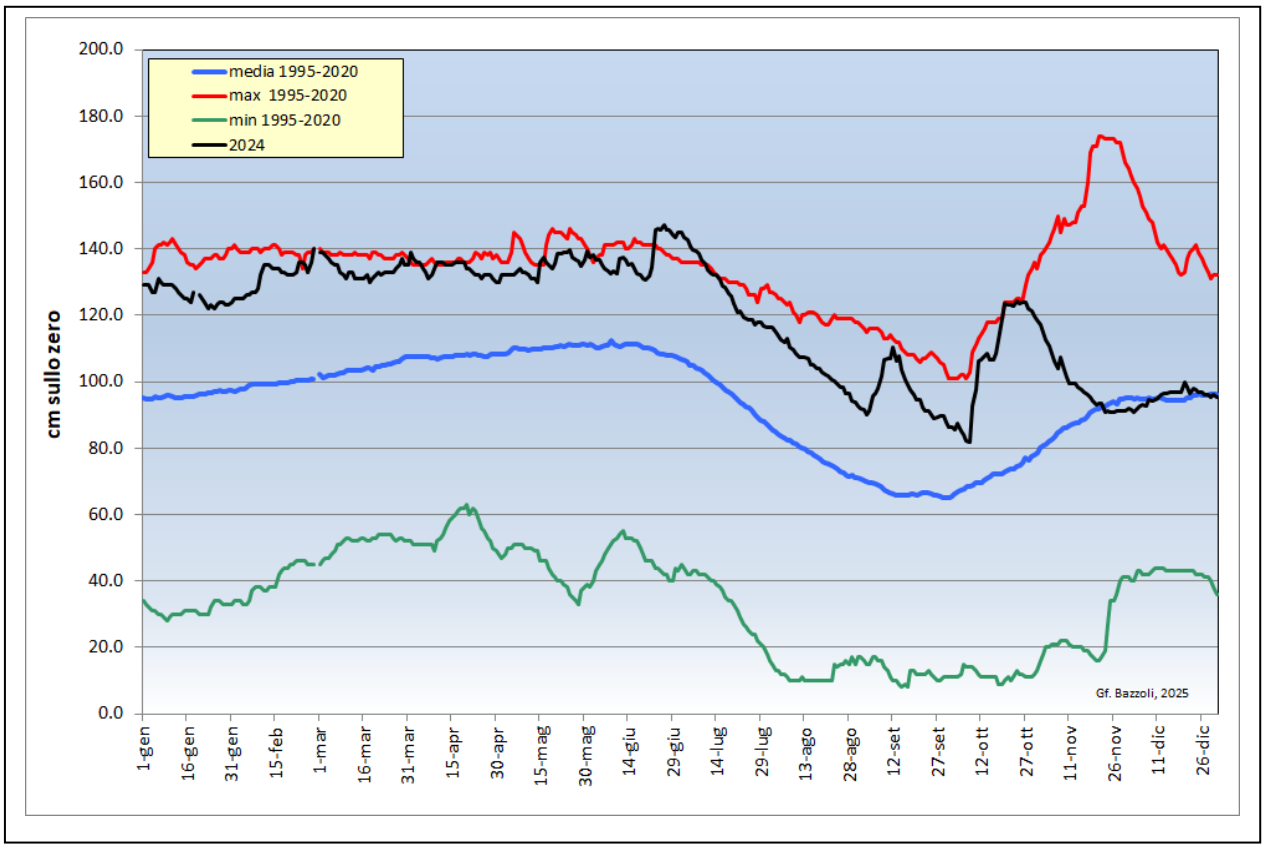

media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2019
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022


media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2020
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022


media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2021
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2022


media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2022
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2023


media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2023
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2024


media 1995-2020
max 1995-2020
min 1995-2020
2024
cm sullo zero
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
1-gen
16-gen
31-gen
15-feb
1-mar
16-mar
31-mar
15-apr
30-apr
15-mag
30-mag
14-giu
29-giu
14-lug
29-lug
13-ago
28-ago
12-set
27-set
12-ott
27-ott
11-nov
26-nov
11-dic
26-dic
Gf. Bazzoli, 2025