

*Centro Nazionale per la caratterizzazione ambientale e la protezione della fascia costiera,
la climatologia marina e l'oceanografia operativa*

Bollettino Meteo-Mareografico

- Laguna di Venezia -

Anno 2023

Calle larga dell'Ascension San Marco, 1265 - 30124 Venezia

e-mail: venezia@isprambiente.it

www.venezia.isprambiente.it

Note di lettura per la consultazione del Bollettino Meteo-Mareografico

Il bollettino Meteo-Mareografico della Laguna di Venezia, consultabile e scaricabile dal sito internet www.venezia.isprambiente.it alla sezione “[Meteo e marea](#)”, è un prodotto pubblicato annualmente da ISPRA (Centro Nazionale per la caratterizzazione ambientale e la protezione della fascia costiera, la climatologia marina e l'oceanografia operativa - Area Maree e Lagune).

Il bollettino è composto da 2 sezioni:

1. Sezione meteorologica (pag. 3 - 7)

Le misure analizzate nel documento sono: le temperature massime e minime (espresse in °C), le pressioni atmosferiche (espresse in hPa) e le precipitazioni (espresse in mm). Per le misure trattate in questa sezione sono utilizzati, ad eccezione del vento, i dati rilevati presso “*Lido Meteo*”, la stazione della Rete Mareografica della Laguna di Venezia e del litorale Nord Adriatico (RMLV) che meglio si presta a rappresentare la situazione meteorologica del bacino lagunare e che fornisce la serie storica continuativa migliore nell’ambito lagunare. Ove non disponibili i dati di “*Lido Meteo*”, sono stati utilizzati i parametri registrati presso le stazioni meteorologiche “*Istituto Cavanis*” e “*Cavallino Treporti*” di proprietà dell’ARPA Veneto.

A seguito di lavori di ristrutturazione della “*Piattaforma Acqua Alta*”, iniziati nel 2017 e terminati nella seconda metà del 2018, i dati di vento (espresi in gradi e m/s) utilizzati per rappresentare il solo biennio 2017-2018 sono quelli registrati presso la stazione ISPRA “*Lido Diga Sud*”, ubicata nella porzione terminale del molo foraneo meridionale della Bocca di Lido, circa 8 miglia a Nord della “*Piattaforma Acqua Alta*”.

Nel presente documento vengono proposti confronti tra i diversi parametri meteorologici ed il periodo di riferimento raccomandato dall’Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO), oggi rappresentato dal trentennio 1991-2020.

2. Sezione mareografica (pag. 8 - 10)

In questa sezione viene analizzato il livello medio del mare (l.m.m.) mensile e annuale calcolato per “*Venezia - Punta della Salute*”, la stazione mareografica che rappresenta il centro storico della Città di Venezia e di cui si possiede una serie storica ultracentenaria. Si ricorda che tutti i livelli di marea fanno riferimento allo ZMPS ([Zero Mareografico di Punta della Salute 1897](#)).

Si precisa che a partire dall’anno 2020, per le sole giornate di chiusura delle paratoie del Mo.S.E., il calcolo degli indicatori prevede l’integrazione dei dati di livello di *Venezia - Punta della Salute* con quelli di *Piattaforma Acqua Alta*, di proprietà del CPSM del Comune di Venezia.

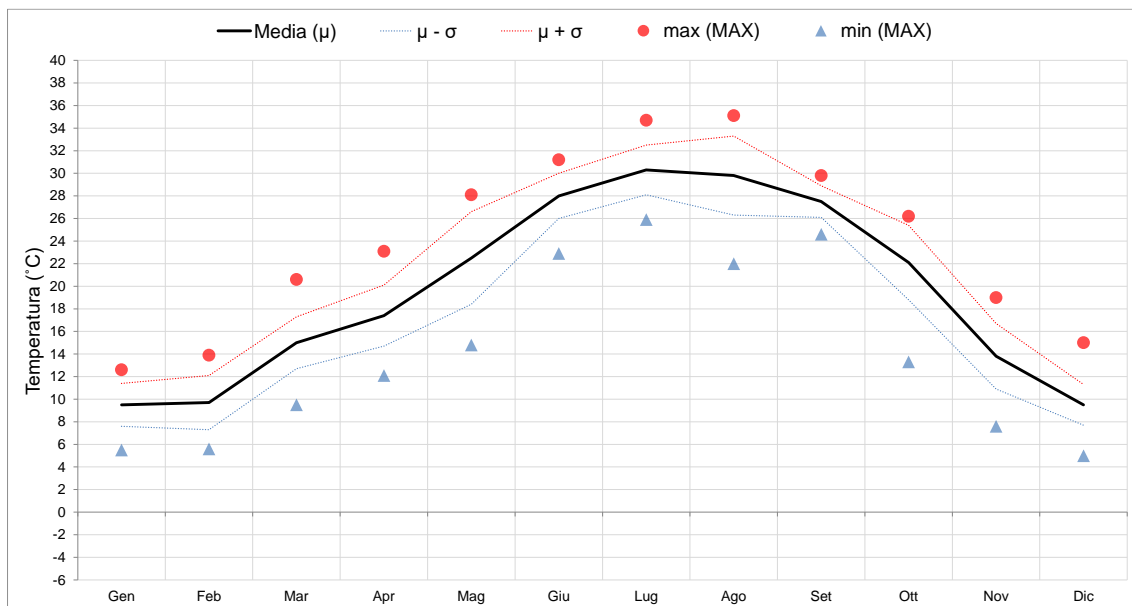
Si ricorda che è possibile utilizzare i dati e le elaborazioni previa citazione della fonte.

Fonte dati: ISPRA, ARPA Veneto, CPSM (Comune di Venezia)

Autori: Devis Canesso, Elisa Coraci, Franco Crosato

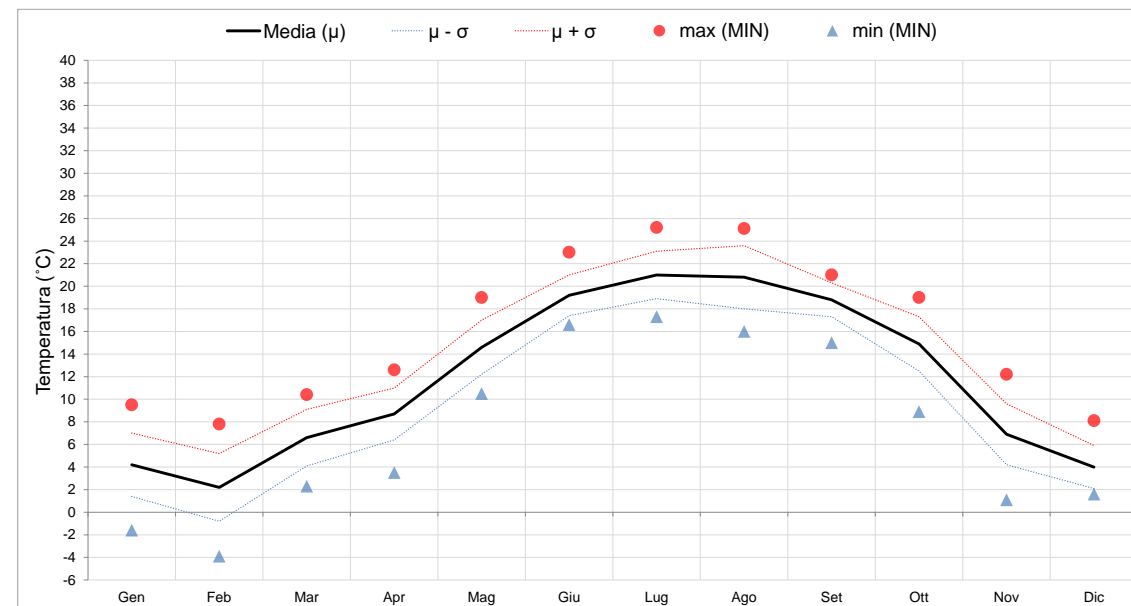
Meteorologia

Temperatura



Temperatura massima mensile - Anno 2023

Lido Meteo



Temperatura minima mensile - Anno 2023

L'analisi della temperatura è stata condotta separando le massime (figura a sinistra) dalle minime giornaliere (destra) e calcolando per ogni mese dell'anno 2023 la media (μ) e la sua variabilità (misurata dalla deviazione standard, σ), riportando inoltre i valori massimi e minimi assoluti registrati.

L'andamento della media delle temperature mensili riflette il naturale ciclo stagionale, ma già da questi grafici si può intuire una primavera piuttosto fresca: nel mese di aprile, infatti, si osserva una variazione contenuta nei valori medi mensili, sia nelle temperature massime che minime, con uno scarto di circa 2 °C rispetto al mese precedente.

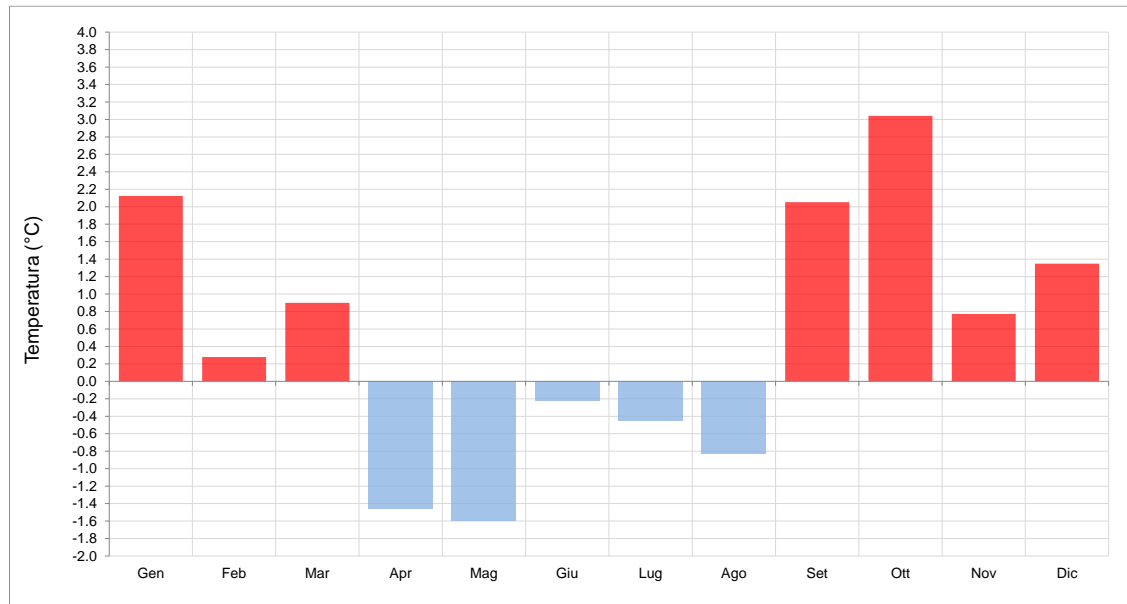
Tutti i mesi mostrano una consistente variabilità nei valori massimi: la più marcata si evidenzia nei mesi di maggio e agosto con scostamenti di circa 13 °C, mentre quella più contenuta (5.2°C) si registra nel mese di settembre.

Per quanto riguarda i valori minimi, le variazioni più importanti si registrano a febbraio (circa 12°C) e a gennaio e novembre (circa 11°C) mentre, in analogia con le temperature massime, il mese con minor variabilità è settembre, con uno scostamento di 6 °C.

La temperatura massima assoluta del 2023 è stata registrata il giorno 24 agosto (35.1°C), mentre quella minima è stata registrata il giorno 10 febbraio (-3.9°C).

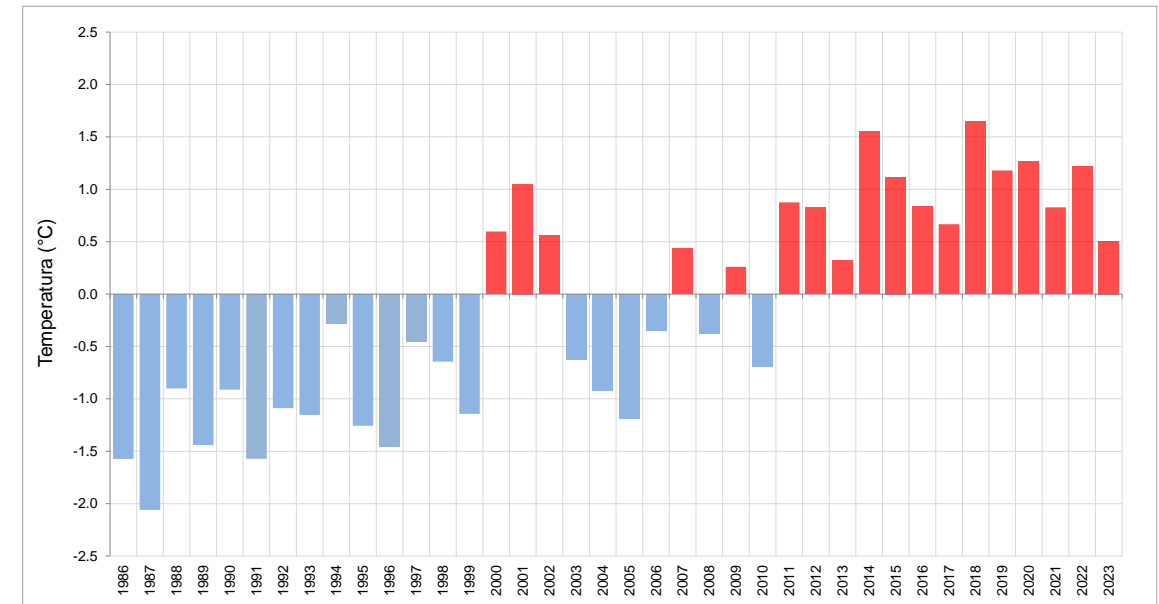
Meteorologia

Temperatura



Anomalie termiche mensili delle temperature medie massime del 2023 rispetto al trentennio di riferimento 1991-2020

Lido Meteo



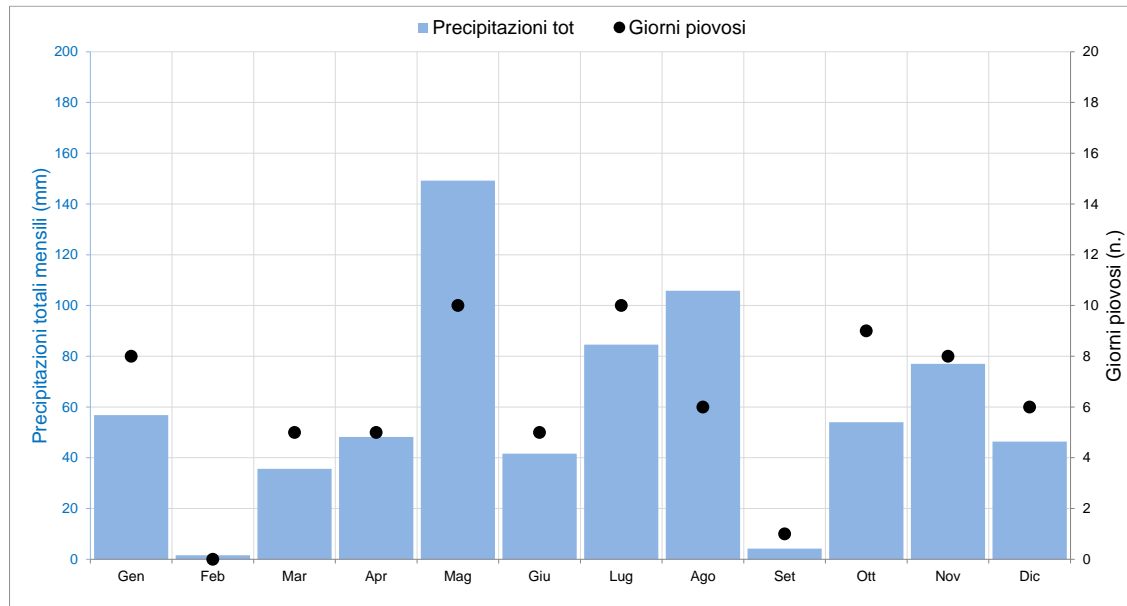
Anomalie termiche annue delle temperature massime del 2023 rispetto al trentennio di riferimento 1991-2020

Analizzando il trend delle temperature massime, si riporta nel grafico di sinistra l'anomalia termica delle medie mensili del 2023 rispetto alle medie mensili del trentennio di riferimento (1991-2020). Questi scostamenti indicano di quanto i valori di temperatura massima siano o meno in linea con il periodo considerato: si evidenzia come il mese di ottobre abbia valori massimi ben più elevati della media (circa +3 °C), seguito da gennaio e settembre (circa +2 °C). Si segnala invece un'anomalia negativa in primavera ed estate, con i mesi di aprile e maggio più freddi rispettivamente di -1.5 °C e -1.6 °C rispetto alla media stagionale, trend negativo che poi è proseguito fino ad agosto.

Nel grafico di destra sono riportate le anomalie annuali, espresse come differenza della media annua delle temperature massime rispetto alla media del trentennio (1991-2020). Nel grafico si osserva una discontinuità rappresentata dal primo decennio degli anni 2000, la quale dà inizio ad un deciso trend in crescita delle temperature medie massime negli anni successivi. In particolare, il 2023 presenta uno scostamento di +0.5 °C rispetto alla media del periodo di riferimento. Si tratta di una variazione contenuta in termini assoluti ma che conferma il trend in atto dal 2011, rappresentando infatti il tredicesimo anno consecutivo con anomalia positiva.

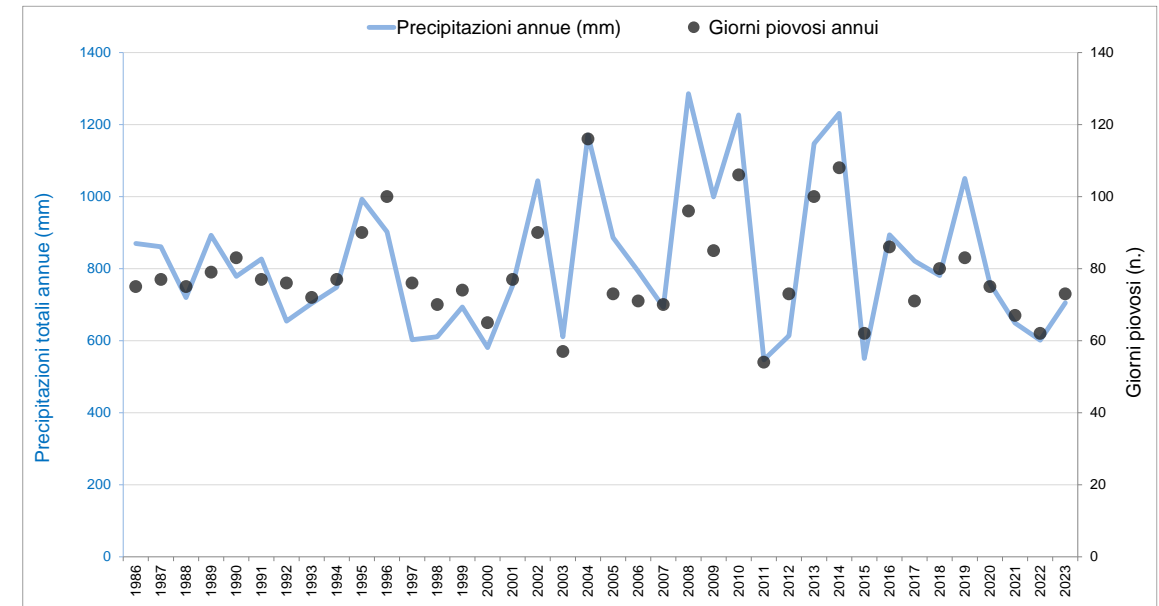
Meteorologia

Precipitazioni



Precipitazioni mensili e numero di giorni piovosi - Anno 2023

Lido Meteo



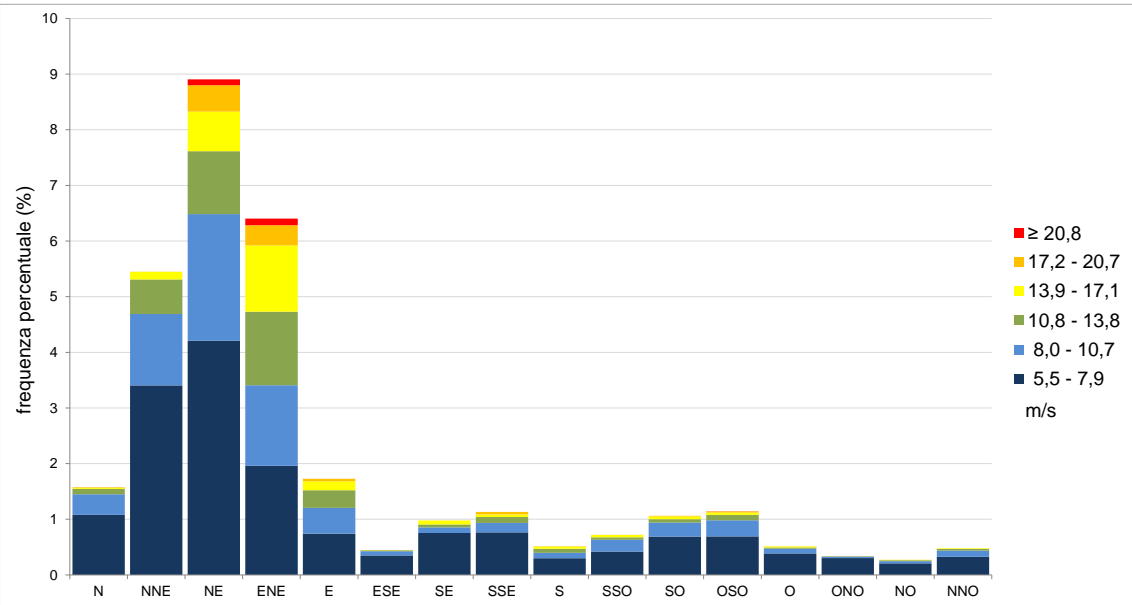
Precipitazioni annuali e numero di giorni piovosi (1986-2023)

Nel corso del 2023, le precipitazioni totali registrate presso la stazione Lido Meteo sono risultate pari a 705 mm, distribuite in 73 giorni piovosi. Il mese più piovoso è risultato essere maggio (149 mm, con 10 giorni piovosi), seguito dai mesi estivi di agosto (106 mm, in 6 giorni piovosi) e luglio (85 mm in 10 giorni) (figura a sinistra). Il mese più siccitoso è risultato essere febbraio con zero giorni piovosi, seguito da settembre con 1 giorno piovoso e soli 4 mm di pioggia caduta.

La serie storica delle precipitazioni totali e del numero di giorni piovosi (figura a destra) evidenzia un primo periodo (1986-1994) sostanzialmente costante per l'ammontare di precipitazioni ed il numero di giorni piovosi (mediamente 784 mm e 77 giorni piovosi per anno). Dal 1995 in poi, l'andamento diventa progressivamente più instabile con forti variazioni tra anni più piovosi (2004, 2008, 2010, 2013 e 2014) e anni maggiormente secchi (1997, 1998, 2000, 2003, 2011, 2015 e 2022). Dopo un 2019 al di sopra della media del trentennio di riferimento (1991-2020: 839 mm), gli anni successivi hanno invertito la tendenza, con valori costantemente sotto la media. Nel 2023 permane il deficit pluviometrico rispetto al periodo di riferimento (1991-2020): si registrano infatti 134 mm di pioggia in meno rispetto alla media, in 73 giorni piovosi rispetto agli 80 medi.

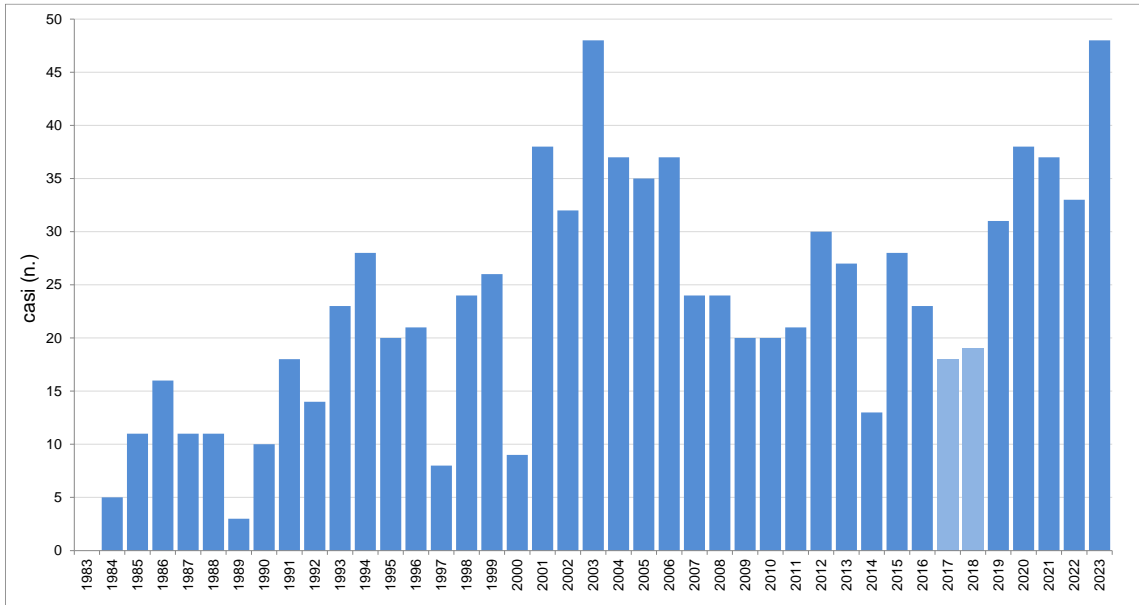
Meteorologia

Vento



Distribuzione della velocità del vento ≥ 5.5 m/s per classi d'intensità e settori di provenienza - Anno 2023

Piattaforma oceanografica *Acqua alta*

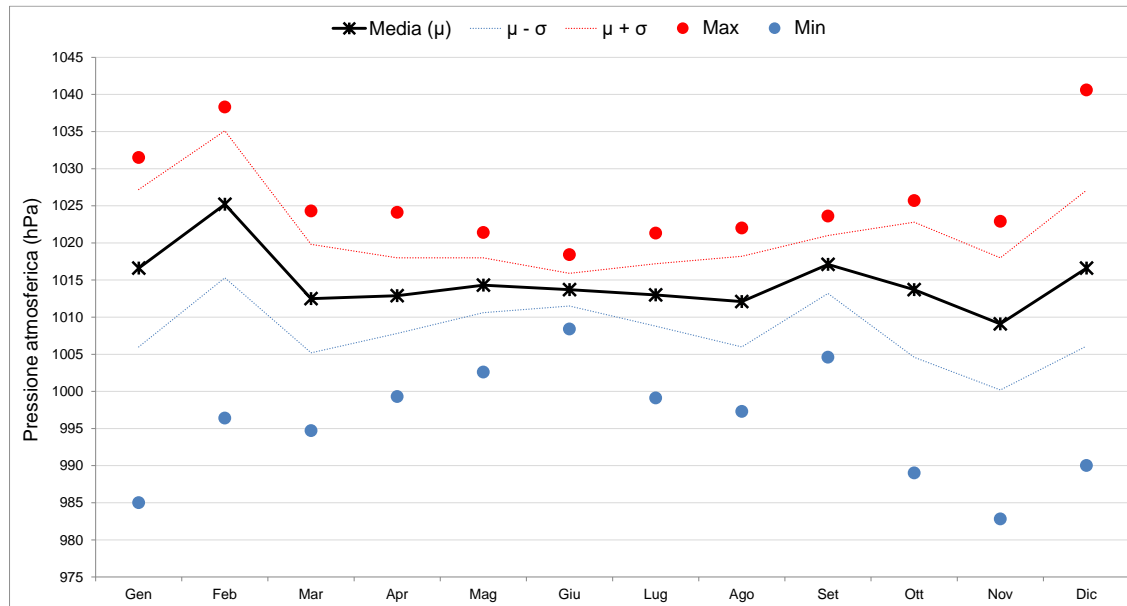


Giorni annui con vento significativo > 30 nodi (1983-2023) a Piattaforma e Lido diga sud (2017-2018)

L'analisi sulle condizioni di vento si è concentrata sui venti con intensità maggiore o uguale a 5.5 m/s registrati presso *Piattaforma Acqua Alta* (figura a sinistra), che nel 2023 rappresentano circa il 32% del totale, mentre il restante 68% è costituito da brezze e da calme di vento. Il regime dei venti di intensità ≥ 5.5 m/s è rappresentato per circa il 66% da quelli di provenienza dal primo quadrante (NNE, NE, ENE) e per l'8% da quelli provenienti dal secondo (ESE, SE, SSE). Nel 2023 è stato importante anche il contributo dei venti provenienti dal terzo (SSO, SO, OSO), che hanno rappresentato il 9% dei venti più forti, superando in questo caso anche quelli del secondo quadrante. Per quanto riguarda l'analisi del vento particolarmente intenso, il 2023 è stato un anno particolarmente ventoso: sono stati registrati, infatti, ben 48 giorni in cui la velocità ha superato i 30 nodi (figura a destra). Da sottolineare che nella serie storica quarantennale disponibile dal 1983, il 2023 rappresenta l'anno più ventoso assieme al 2003.

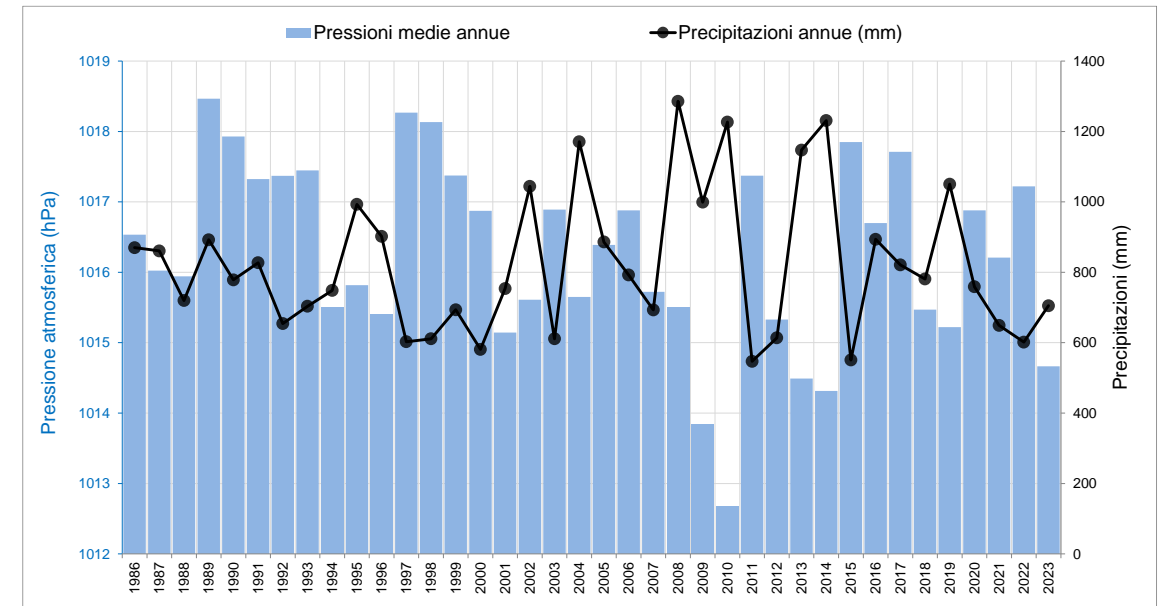
Meteorologia

Pressione



Pressione media mensile - Anno 2023

Lido Meteo

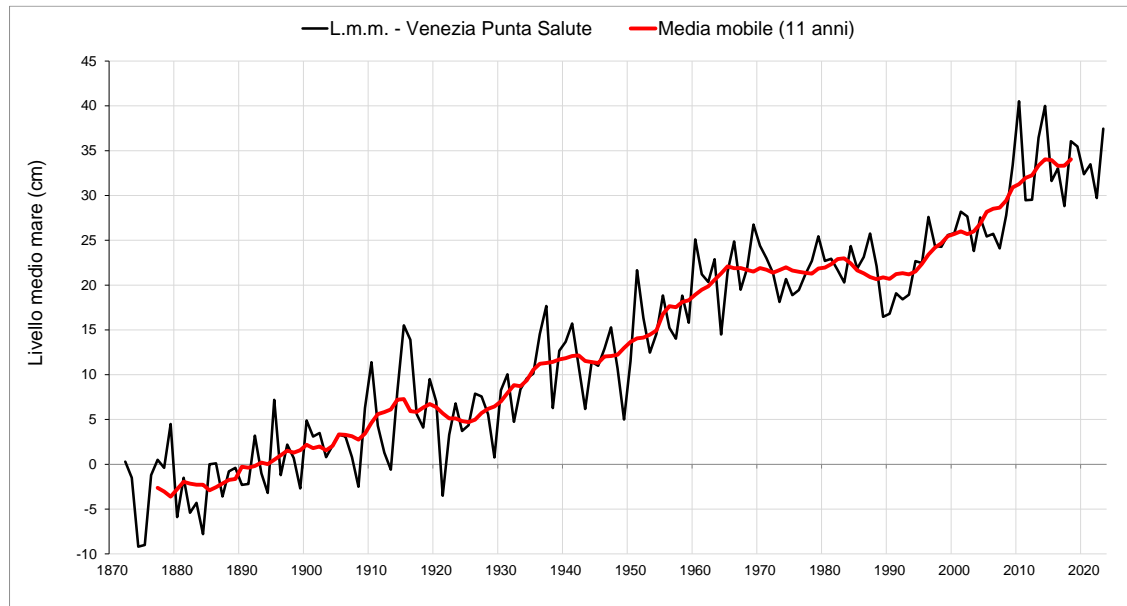


Pressione media e precipitazioni totali annuali (1986-2023)

L'andamento della pressione media a Venezia nell'anno 2023 (figura a sinistra) mostra i valori maggiori a gennaio, febbraio, settembre e dicembre. Il valore medio più elevato (1025.2 hPa) si registra a febbraio, seguito da un forte decremento (-13 hPa) che porta il mese di marzo ad uno dei valori più bassi dell'anno, superato solo da agosto (1012.1 hPa) e novembre (1009.1 hPa). Da marzo ad agosto i valori medi sono stati sostanzialmente stabili e hanno oscillato intorno a 1013 hPa. I mesi con la maggiore variabilità risultano essere quelli invernali e tardo autunnali: l'escursione massima si è registrata in dicembre (51 hPa) e gennaio (46 hPa), mentre il mese più stabile è stato giugno, con una variazione di soli 10 hPa. La pressione media annuale in generale è fortemente associata al regime piovoso (figura a destra): ad una bassa pressione corrisponde un tendenziale aumento delle precipitazioni e viceversa. Dall'inizio del XXI secolo si è evidenziato un aumento della variabilità nelle oscillazioni barometriche annuali, che ha comportato una ricaduta sull'ammontare totale delle precipitazioni: si veda, a titolo di esempio, l'eccezionale aumento tra 2003 e 2004 e, al contrario, la forte riduzione tra 2010-2011 e tra 2014-2015. Il 2023 mostra una forte riduzione della pressione media annua rispetto all'anno precedente, a cui però non è corrisposto un altrettanto forte incremento delle precipitazioni, come già era successo tra 2017-2018 o 2011-2012.

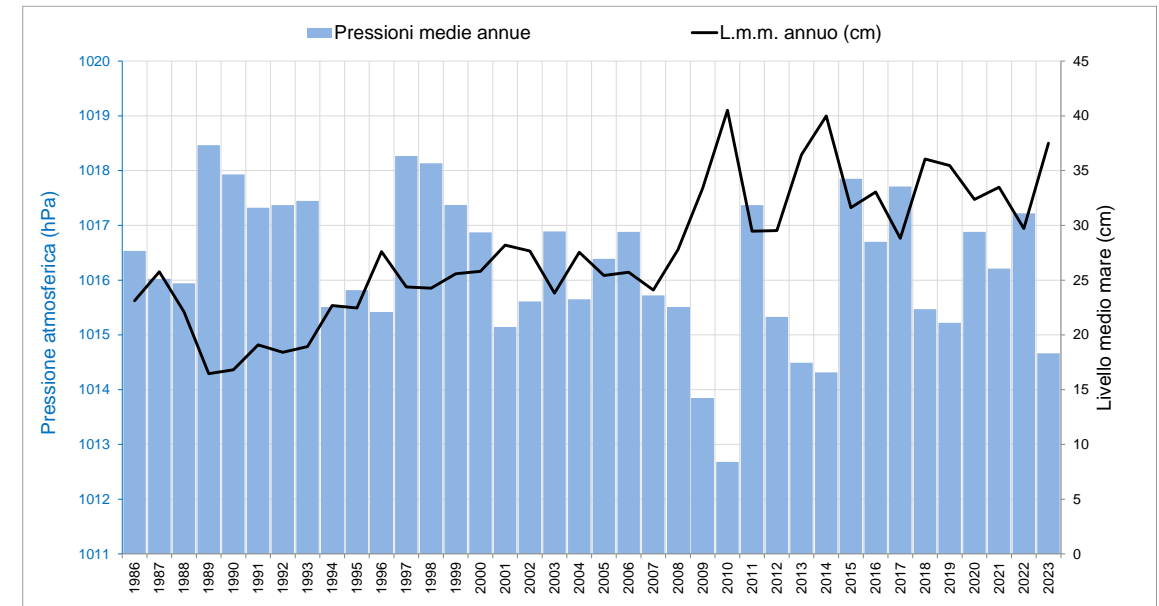
Mareografia

Livello medio del mare (LMM)



Livello medio mare annuale e media mobile (1872-2023)

Venezia - Punta della Salute



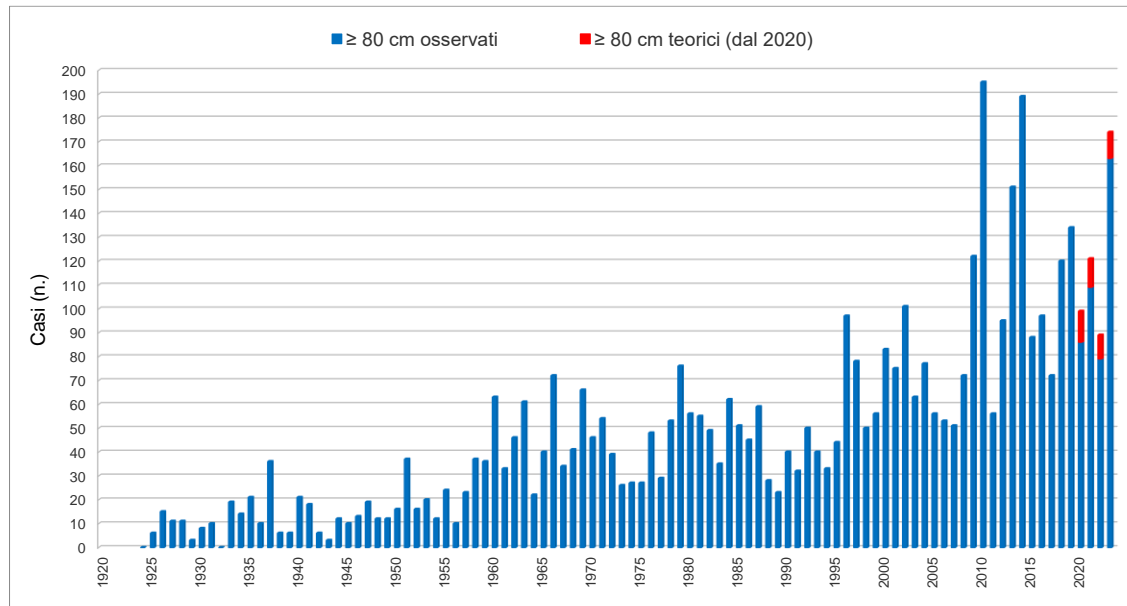
Livello medio mare e pressione atmosferica annuale (1986-2023)

Il livello medio del mare (l.m.m.) a Venezia è in tendenziale crescita sin dall'inizio delle registrazioni (1872). La variazione del l.m.m. locale riassume in sé fenomeni diversi: l'eustatismo (innalzamento degli oceani a causa dei cambiamenti climatici in atto su scala globale) e la subsidenza locale (perdita di quota per compattazione dei suoli). Le oscillazioni del l.m.m. evidenziano alcune fasi caratterizzate da relativa stabilità (approssimativamente tra il 1915 e il 1925 e tra il 1965 e il 1995) e altre caratterizzate da una forte pendenza (tra gli anni '30/'60 e il periodo che va da metà anni '90 ad oggi). Nel periodo 1872-2023, il tasso di innalzamento del l.m.m. si attesta sui 2.5 mm/anno, mentre nell'ultimo trentennio (1994-2023), rappresentativo dell'espressione attuale del fenomeno, il tasso è pari a 4.3 mm/anno.

Dal confronto annuale tra il l.m.m. e la pressione media (figura a destra) si apprezza la loro relazione inversa, che si conferma anche nel 2023, in analogia a quanto avvenuto negli anni 2010, 2013, 2014, 2018, 2019 (i 5 valori di l.m.m. più alti della serie storica). Dal 2020 con l'entrata in funzione del MoSE, per mantenere continua e aggiornata la serie storica ultracentenaria, il l.m.m. annuale di Punta della Salute viene integrato, nelle sole giornate di chiusura delle barriere mobili, con il l.m.m. giornaliero calcolato a Piattaforma Acqua Alta, valore considerato confrontabile con quanto si sarebbe registrato nella stazione lagunare senza azionamento del MoSE. Nel 2023, il valore così ricostruito si è attestato a 37.5 cm sullo ZMPS (diventando il 3° valore più alto della serie storica ultracentenaria).

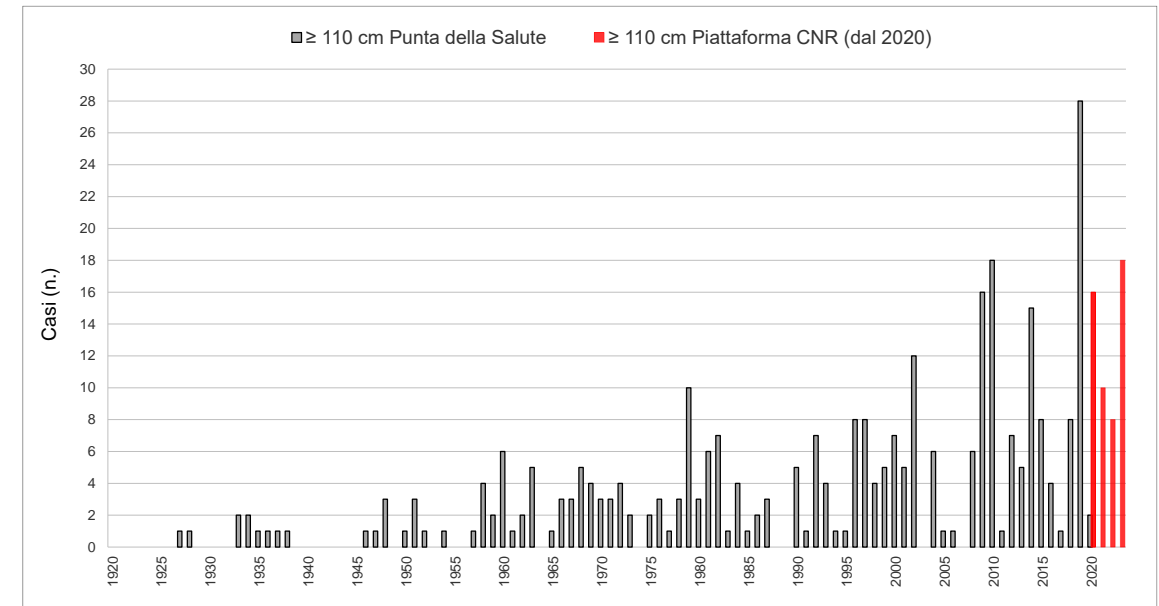
Mareografia

Frequenza acque alte



Frequenza dei casi di superamento quota 80 cm (1924-2023)

Venezia - Punta della Salute

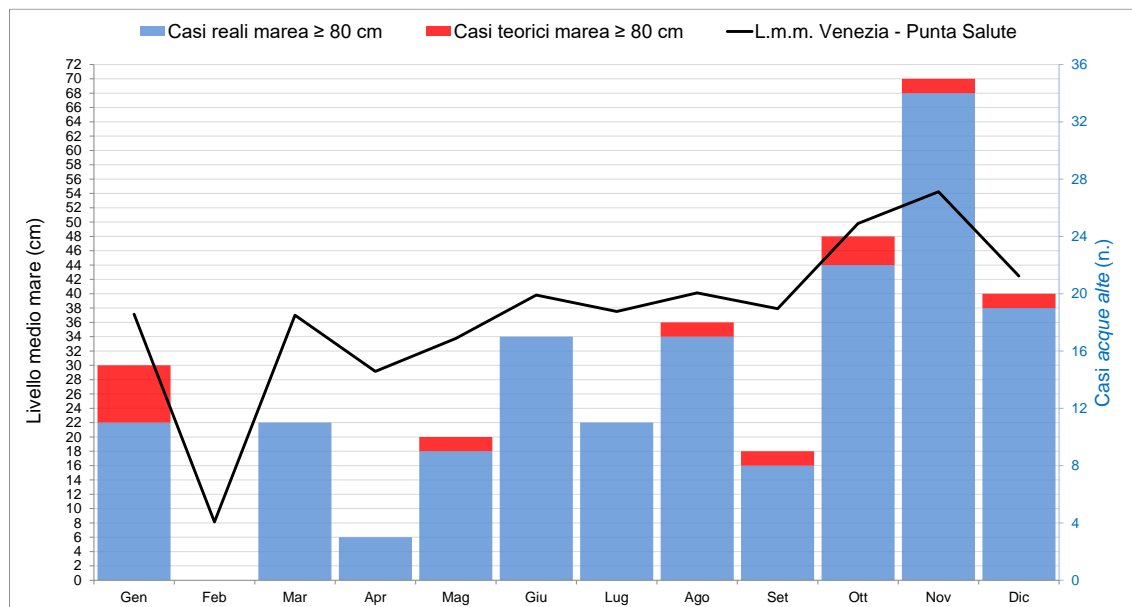


Frequenza dei casi di superamento quota 110 cm (1924-2023)

Collegata alla crescita del l.m.m. è la maggiore frequenza degli eventi di acqua alta. Nelle figure soprastanti sono riportati i casi dei massimi di marea, suddivisi per le classi di altezza più elevate, utili a rappresentare il numero di allagamenti del centro storico veneziano. In entrambe le figure, i valori dell'ultimo periodo (2009-2023) mostrano una amplificazione del fenomeno. A partire dal 2020 l'attivazione delle paratoie del MoSE ha portato ad una differenziazione nella rappresentazione del numero di casi di acqua alta tra laguna e mare. Per registrare la "doppia" informazione, sulla figura di sinistra le barre degli ultimi quattro anni riportano in blu i casi di superamento della quota +80 cm sullo ZMPS effettivamente verificatisi nel centro storico (quota a cui Piazza San Marco inizia ad essere allagata), e in rosso i casi "mancati", ovvero misurati soltanto esternamente alla laguna ma che si sarebbero di certo verificati anche all'interno senza l'azionamento delle paratoie mobili. Nella figura di destra, infine, si riportano i casi di acqua alta maggiori o uguali a +110 cm a Punta Salute (in grigio) e, dal 2020, anche a *Piattaforma* (in rosso). Tale rappresentazione permette di dare continuità alle osservazioni nel tempo: nel 2020 ci sono stati 2 superamenti di quota 110 cm sullo ZMPS nel centro storico veneziano e 16 in mare; dal 2021 non c'è stato nessun superamento nel centro storico, mentre in mare sono stati rispettivamente 10 nel 2021, 8 nel 2022 e ben 18 nel 2023, secondo valore della serie insieme al 2010.

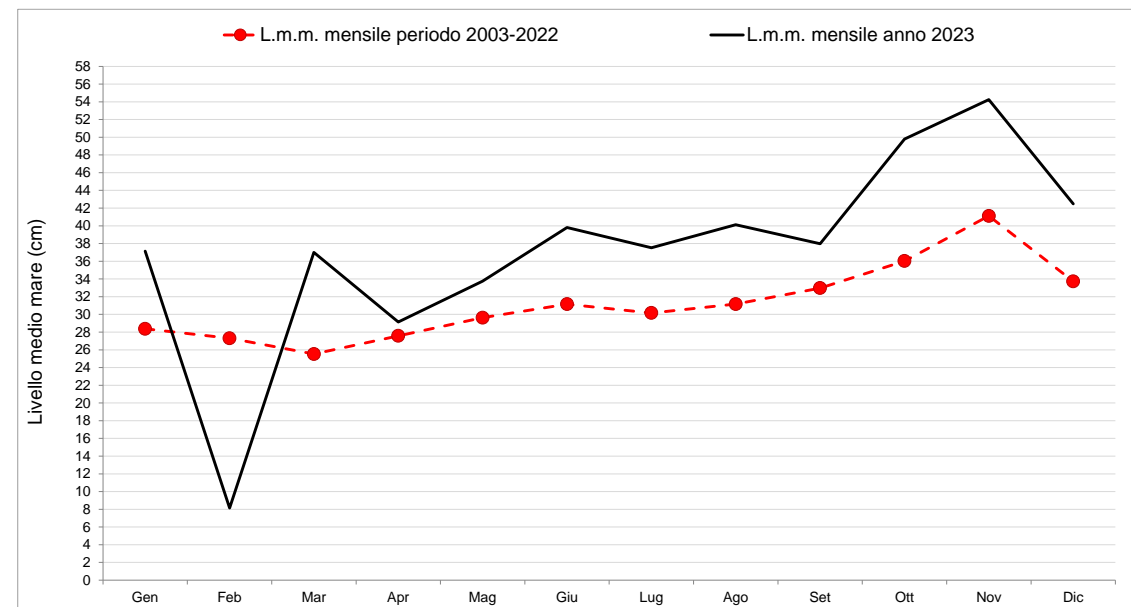
Mareografia

LMM e frequenza acque alte



Anno 2023 - Livello medio mare mensile e frequenza dei casi delle acque medio-alte e alte (≥ 80 cm).

Venezia - Punta della Salute



Livello medio mare mensile: confronto tra 2023 e ventennio precedente (2003-2022)

Nella figura di sinistra si riporta l'andamento mensile del livello medio del mare (curva spezzata) a confronto con il numero di casi di massimi di marea maggiori o uguali a 80 cm. In alcuni mesi dell'anno, parte della barra è colorata di rosso per rappresentare i casi di superamento della quota +80 cm sullo ZMPS non effettivamente verificatisi all'interno della laguna perché bloccati dalle paratoie del MoSE, ovvero il numero di eventi $\geq +80$ cm realmente verificatisi in mare. Risulta evidente la forte concentrazione degli eventi nel trimestre finale dell'anno (ottobre-novembre-dicembre). Per la prima volta nella storia documentata, nel 2023 è stato registrato a mare un superamento di quota +110 cm (e quindi un caso teorico di marea $\geq +80$ cm a Venezia) anche in piena estate, il 28 agosto.

Per quanto riguarda la figura di destra, questa riporta ancora il l.m.m. mensile del 2023, messo a confronto con quello calcolato sul ventennio precedente (2003-2022): spicca su tutti il mese di febbraio con un valore di 8.1 cm, nettamente inferiore alla media (19 cm), mentre sono i mesi autunnali a presentare i valori più elevati e contemporaneamente al di sopra della media stagionale, in particolare ottobre e novembre con un'anomalia positiva di circa 14 cm.

Altri prodotti: le previsioni di marea e la banca dati

Si ricorda che, relativamente alla Laguna di Venezia e all'arco costiero Nord Adriatico, ISPRA (Centro Nazionale per la caratterizzazione ambientale e la protezione della fascia costiera, la climatologia marina e l'oceanografia operativa - Area Maree e Lagune) pubblica quotidianamente nel proprio sito www.venezia.isprambiente.it le [elaborazioni modellistiche](#), aggiornate regolarmente, per le stazioni di *Punta della Salute*, *Burano*, *Chioggia Vigo*, *Chioggia diga Sud*, *Malamocco diga Nord*, *Lido diga Sud*, *Grado* e *Porto Caleri*. Sul portale vengono pubblicati anche altri prodotti aventi finalità specifiche come ad esempio i report relativi all'[analisi di eventi](#) eccezionali di "acqua alta", rapporti tecnici relativi ad analisi di dati correntometrici e gps, l'annuale fascicolo di previsione della marea astronomica, ecc.

Appare inoltre utile ricordare che, alla sezione "[Dati](#)" del sito web, sono disponibili i dati in tempo reale registrati presso le stazioni della RMLV. Nella stessa sezione sono inoltre disponibili e liberamente scaricabili i dati meteo-mareografici storici validati delle stazioni della RMLV.

Fonti e bibliografia

Le elaborazioni sono state effettuate su dati ISPRA, ARPA Veneto e CPSM (Comune di Venezia), aggiornati al 31/12/2023.

La figura di destra a pagina 6 è l'aggiornamento dei dati presenti in:

Massalin A., Canestrelli P., (2006), "Il vento nell'Adriatico settentrionale nel periodo 1983-2004. Analisi dei dati osservati dall'ICPSM alla Piattaforma *Acqua Alta* del CNR", pubbl. interna, Comune di Venezia - Istituzione CPSM