

*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 2022

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 (pagg. 3 - 7)

Le misure analizzate nel documento sono: le temperature massime e minime (esprese in °C), le pressioni atmosferiche (esprese in hPa) e le precipitazioni (esprese 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 (espressi 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*".

2. Sezione mareografica (pagg. 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.

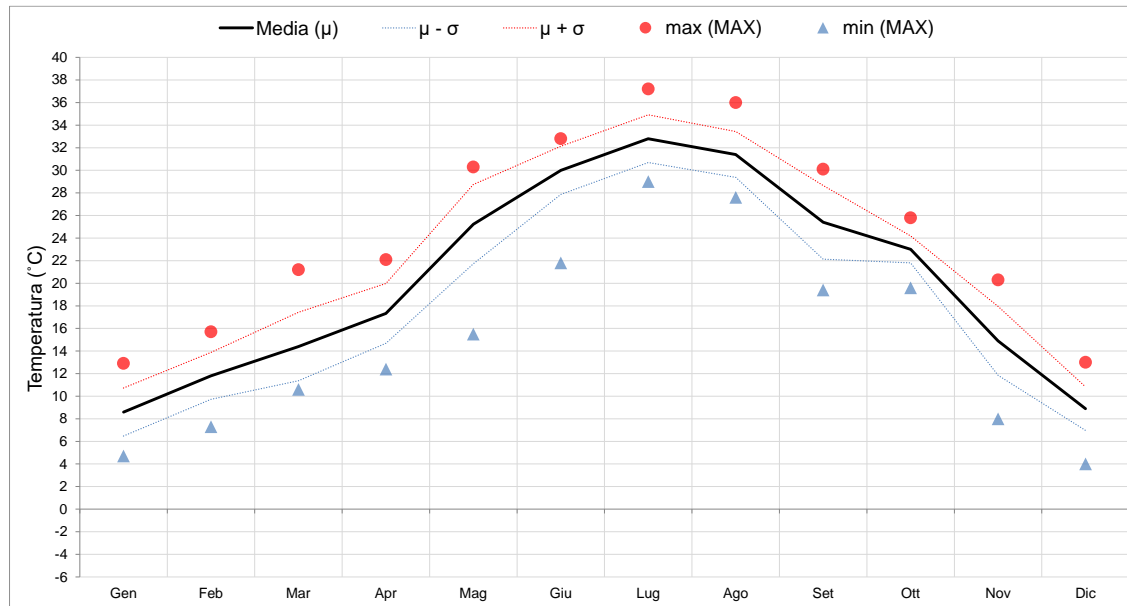
Si ricorda che è possibile utilizzare i dati e le elaborazioni previa citazione della fonte.

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

Autori: Franco Crosato, Elisa Coraci

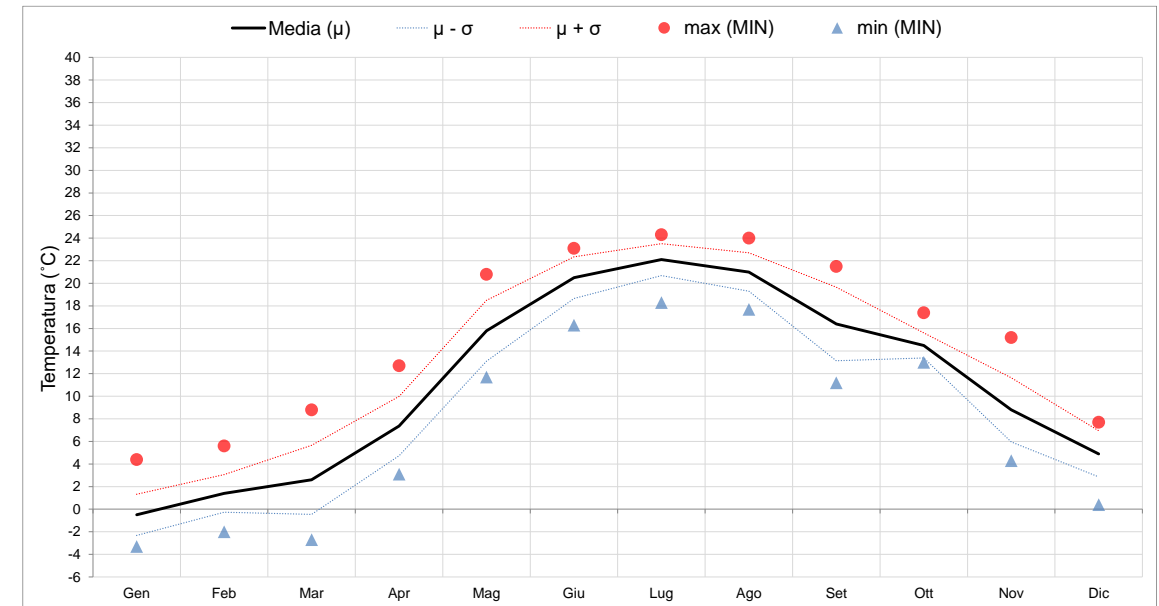
Meteorologia

Temperatura



Temperatura massima mensile - Anno 2022

Lido Meteo



Temperatura minima mensile - Anno 2022

L'analisi della temperatura è stata condotta separando le massime (figura a sinistra) dalle minime giornaliere (destra) e calcolando per ogni mese dell'anno 2022 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, con un inizio autunno particolarmente mite. La primavera si contraddistingue per la presenza di un evidente scarto tra i mesi di aprile e maggio dovuto ad un aumento dei valori medi mensili di circa $+8^{\circ}\text{C}$, sia nei valori massimi che in quelli minimi.

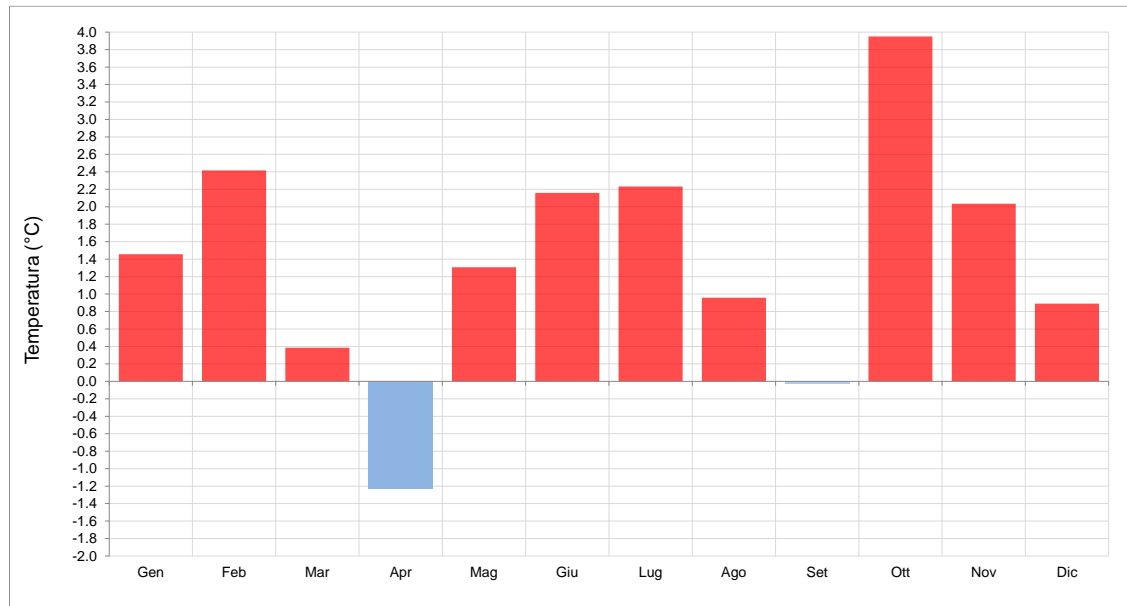
Tutti i mesi mostrano una consistente variabilità nei valori massimi: la più marcata si evidenzia nei mesi di maggio e novembre con scostamenti di 15 e 12°C , mentre quella più contenuta (6.2°C) si registra nel mese di ottobre.

Per quanto riguarda i valori minimi, le variazioni più importanti si registrano a marzo e novembre (circa 11°C), mentre spicca ottobre come mese più stabile con uno scostamento di soli 3.5°C .

La temperatura massima assoluta del 2022 è stata registrata il giorno 4 luglio (37.2°C), mentre quella minima è stata registrata il giorno 13 gennaio (-3.3°C).

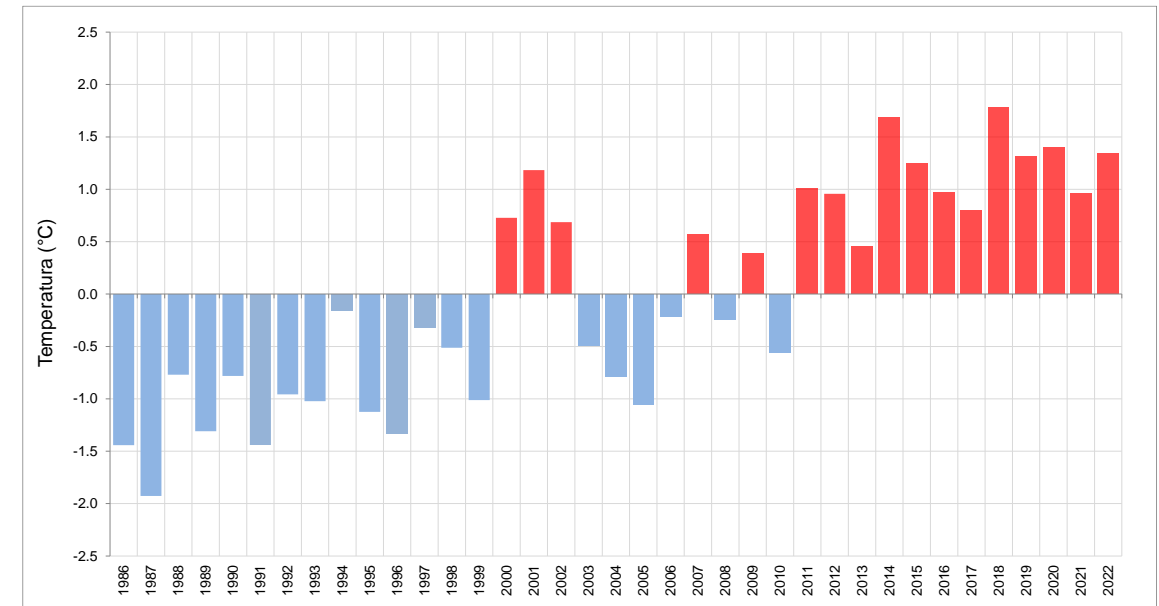
Meteorologia

Temperatura



Anomalie termiche mensili delle temperature medie massime del 2022 rispetto a 1986-2021

Lido Meteo



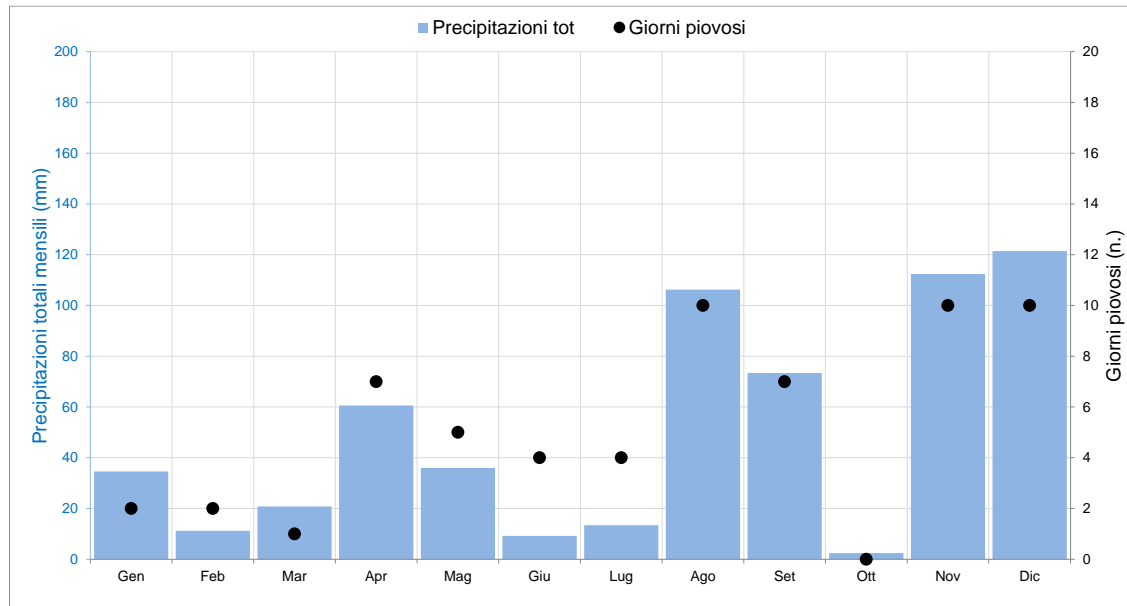
Anomalie termiche annue delle temperature massime (1986-2022)

Analizzando il trend delle temperature massime, si riporta nel grafico di sinistra l'anomalia termica delle medie mensili del 2022 rispetto alle medie mensili dell'intero periodo precedente (1986-2021). 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 (+3.9°C), seguito da febbraio (+2.4°C). Si segnala invece un'anomalia negativa nel solo mese di aprile (-1.2 °C) ed un mese di settembre esattamente in linea con la media stagionale.

Nel grafico di destra sono riportate le anomalie annuali, espresse come differenza della media annua delle temperature massime rispetto alla media dell'intero periodo considerato (1986-2022). 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 2022 con uno scostamento di +1.4 °C rispetto alla media dell'intero periodo, è il dodicesimo anno consecutivo con anomalia positiva, posizionandosi tra i valori più elevati della intera serie.

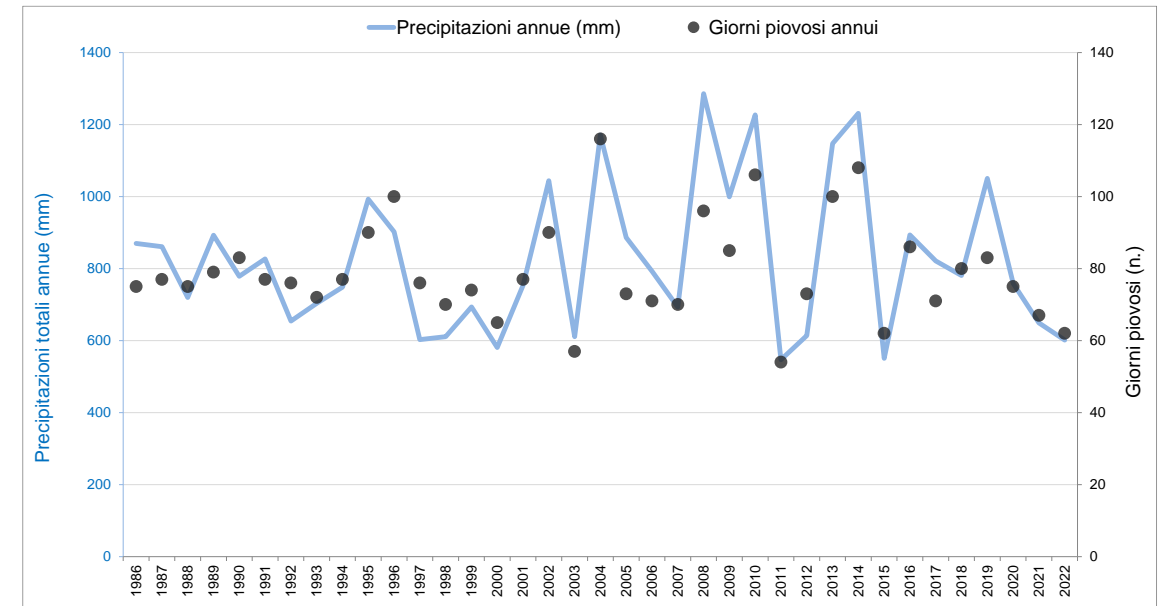
Meteorologia

Precipitazioni



Precipitazioni mensili e numero di giorni piovosi - Anno 2022

Lido Meteo



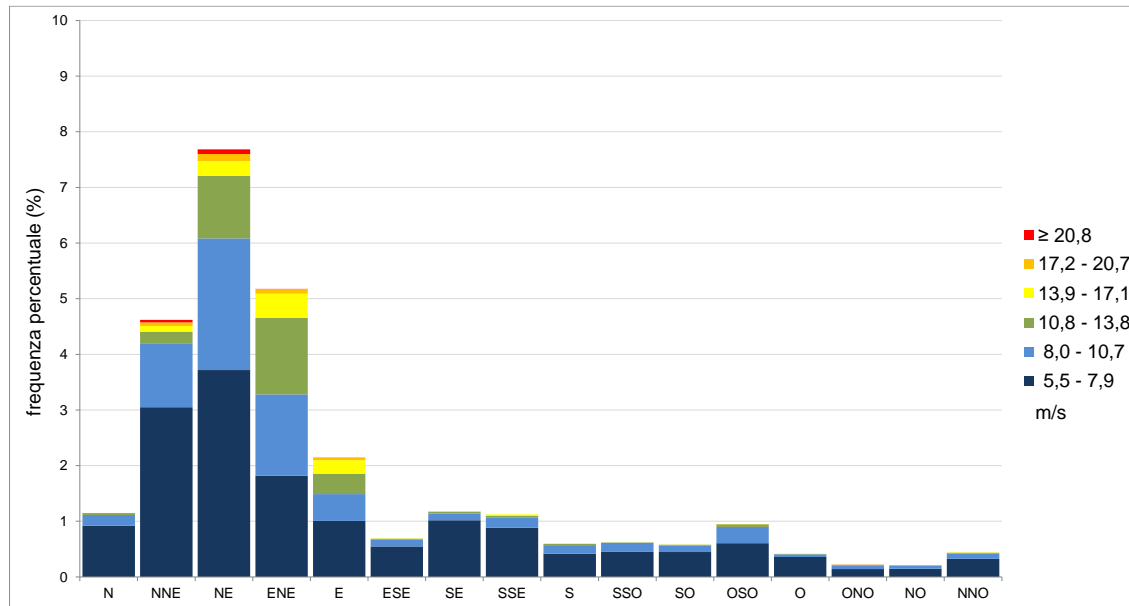
Precipitazioni annuali e numero di giorni piovosi (1986-2022)

Nel corso del 2022, le precipitazioni totali registrate presso la stazione Lido Meteo sono risultate pari a 602 mm, distribuite in 62 giorni piovosi. Il mese più piovoso è risultato essere dicembre (121 mm, con 10 giorni piovosi), seguito da novembre (112 mm, in 10 giorni piovosi) e agosto (106 mm in 10 giorni) (figura a sinistra). Il mese più siccitoso è risultato essere ottobre con zero giorni piovosi, seguito a breve distanza da giugno, febbraio e luglio rispettivamente con circa 10 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, 2014) e anni maggiormente secchi (1997, 1998, 2000, 2003, 2011 e 2015). Dopo un 2019 al di sopra della media del periodo, l'ultimo triennio fa invertire la tendenza e il 2022 registra 224 mm di pioggia in meno rispetto alla media dell'intero periodo (825 mm), in 62 giorni piovosi rispetto ai 79 medi.

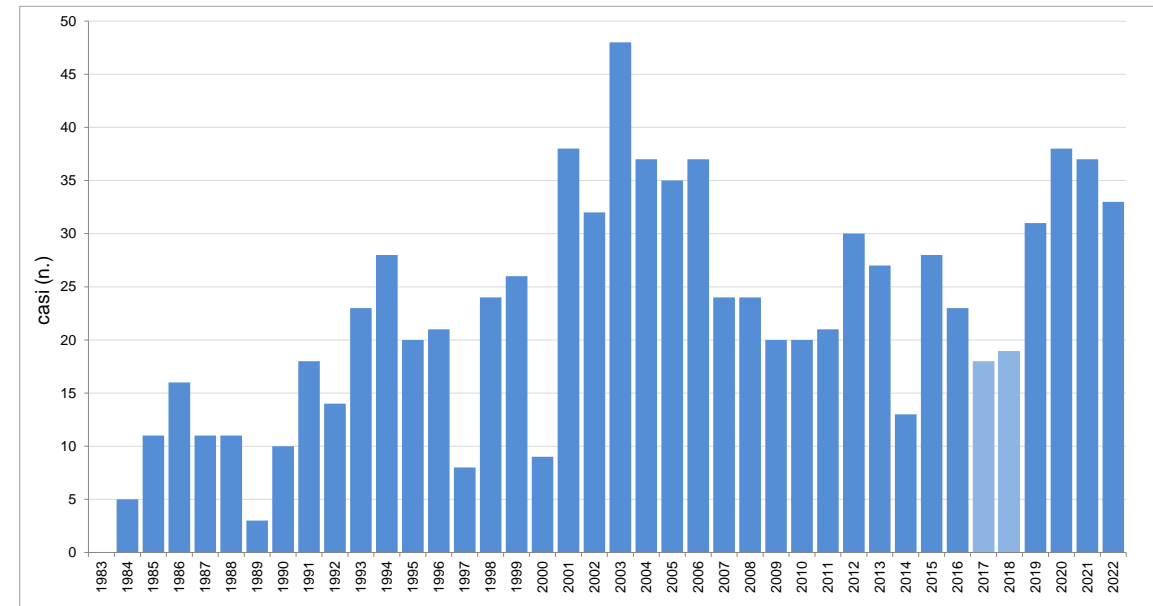
Meteorologia

Vento



Distribuzione della velocità del vento ≥ 5.5 m/s per classi d'intensità e settori di provenienza - Anno 2022

Piattaforma oceanografica *Acqua alta*



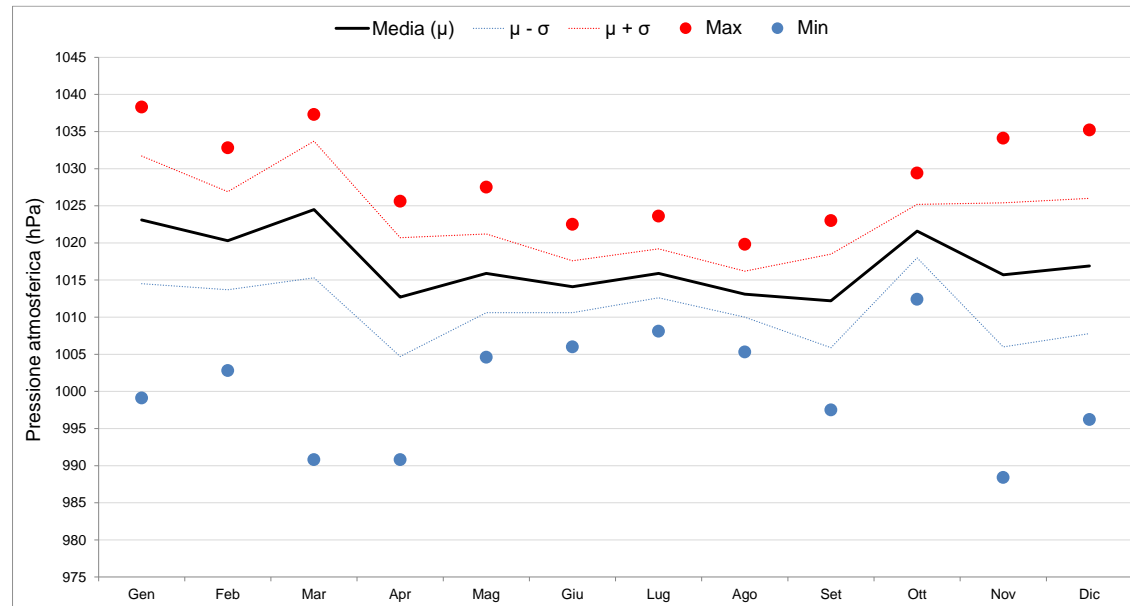
Giorni annui con vento significativo > 30 nodi (1983-2022) a Piattaforma e Lido diga sud (2017-2018)

L'analisi 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 2022 rappresentano circa il 28% del totale, mentre il restante 72% è costituito da brezze e da calma di vento. Il regime dei venti di intensità ≥ 5.5 m/s è rappresentato per circa il 63% da quelli di provenienza dal primo quadrante (NNE, NE, ENE) e per l'11% da quelli provenienti dal secondo (ESE, SE, SSE).

Per quanto riguarda l'analisi del vento particolarmente intenso, il 2022 ha fatto registrare 33 giorni in cui la velocità ha superato i 30 nodi (figura a destra). Nella serie storica disponibile si nota la presenza di anni particolarmente ventosi (1986, 1994, 2003, 2012, 2020) in un intorno di anni più "calmi". Il 2022 mostra una riduzione del numero di giorni di vento significativo rispetto al biennio precedente, ma si posiziona ugualmente tra i valori più elevati registrati a *Piattaforma* nell'ultimo quindicennio (il biennio 2017-2018 è rappresentato da dati provenienti dalla stazione di Lido Diga Sud, barre azzurro chiaro).

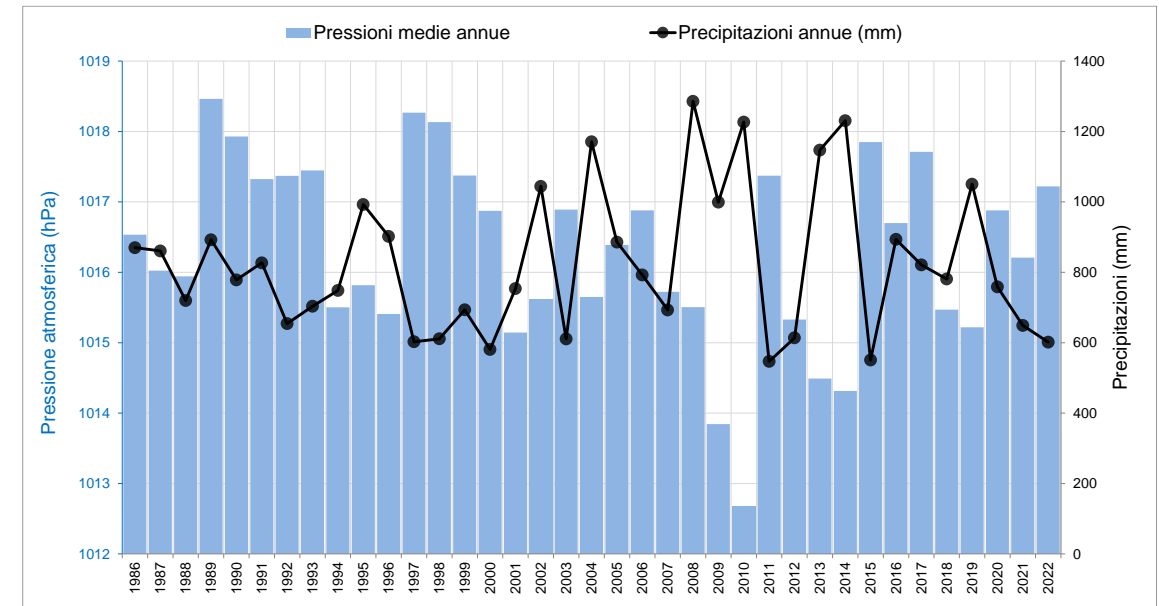
Meteorologia

Pressione



Pressione media mensile - Anno 2022

Lido Meteo



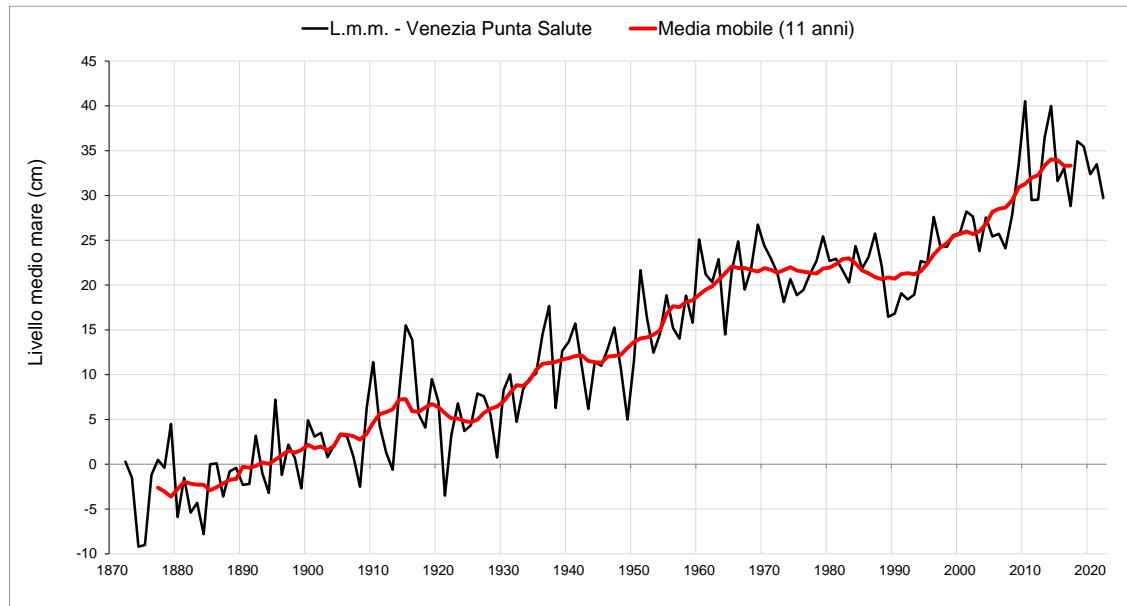
Pressione media e precipitazioni totali annuali (1986-2022)

L'andamento della pressione atmosferica media a Venezia nell'anno 2022 (figura a sinistra) mostra i valori maggiori nei primi tre mesi ed in ottobre. Il valore massimo (1024.9 hPa) si registra a marzo, seguito da un evidente decremento (-12 hPa) che porta il mese di aprile ad uno dei valori più bassi dell'intero anno, insieme a settembre. I mesi centrali dell'anno non presentano notevoli scostamenti, con valori medi che oscillano intorno a 1015 hPa. I mesi con la maggiore variabilità risultano essere marzo e novembre, con circa 46 hPa di escursione barometrica e gennaio e dicembre con escursioni di 39 hPa. I mesi più stabili sono risultati invece quelli estivi e ottobre con escursioni tra 14 e 17 hPa.

La pressione media annuale 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. Tali variazioni comportano un'evidente ricaduta sull'ammontare totale delle precipitazioni: si veda, a solo titolo di esempio, l'eccezionale aumento tra l'anno 2003 e 2004 e, al contrario, la forte riduzione tra 2010-2011 e tra 2014-2015. Il 2022 evidenzia rispetto all'anno precedente un aumento della pressione media annua e una modesta riduzione dei valori di precipitazione.

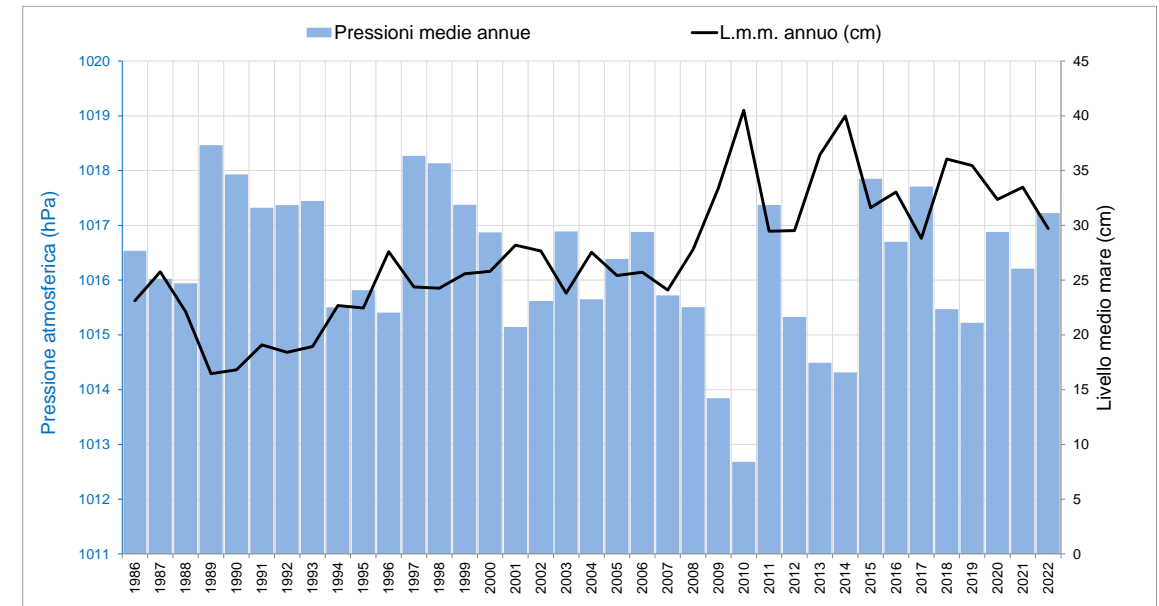
Mareografia

Livello medio del mare (LMM)



Livello medio mare annuale e media mobile (1872-2022)

Venezia - Punta della Salute

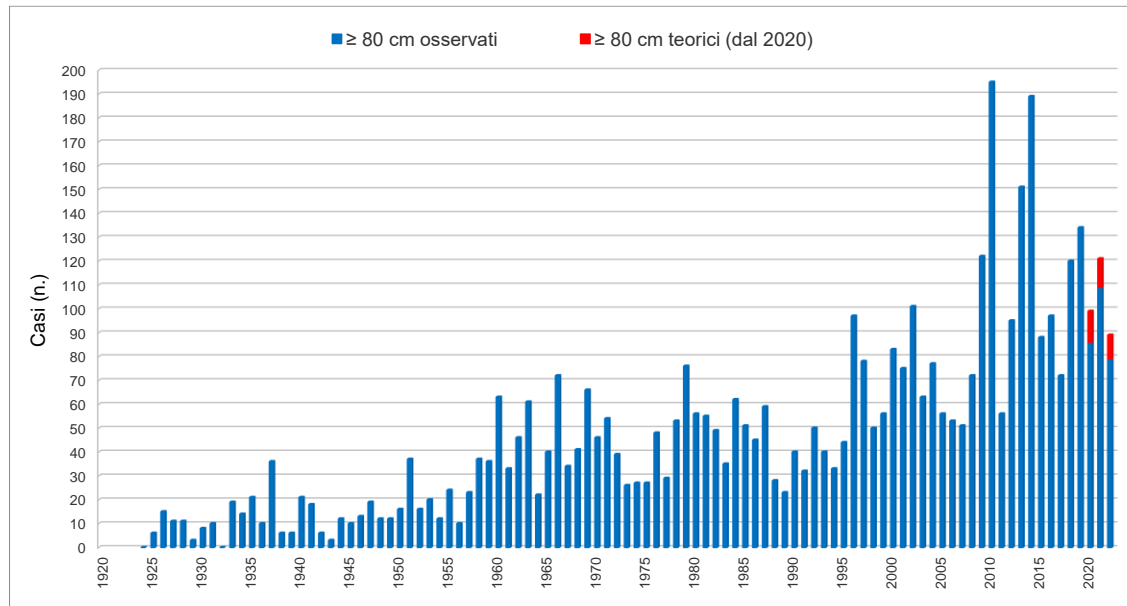


Livello medio mare e pressione atmosferica annuale (1986-2022)

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 1872-2022, il tasso di innalzamento del l.m.m. si attesta sui 2.5 mm/anno, mentre nell'ultimo trentennio il tasso è pari a 4.4 mm/anno (1993-2022). Dal confronto annuale del l.m.m. e della pressione media (figura a destra) si apprezza la loro relazione inversa, in particolare negli anni 2010, 2013, 2014, 2018, 2019 (i 5 valori di l.m.m. più alti della serie storica); lo stesso 2022 mostra lo stretto legame tra le due variabili. 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 2022, il valore così ricostruito si è attestato su 29.7 cm sullo ZMPS.

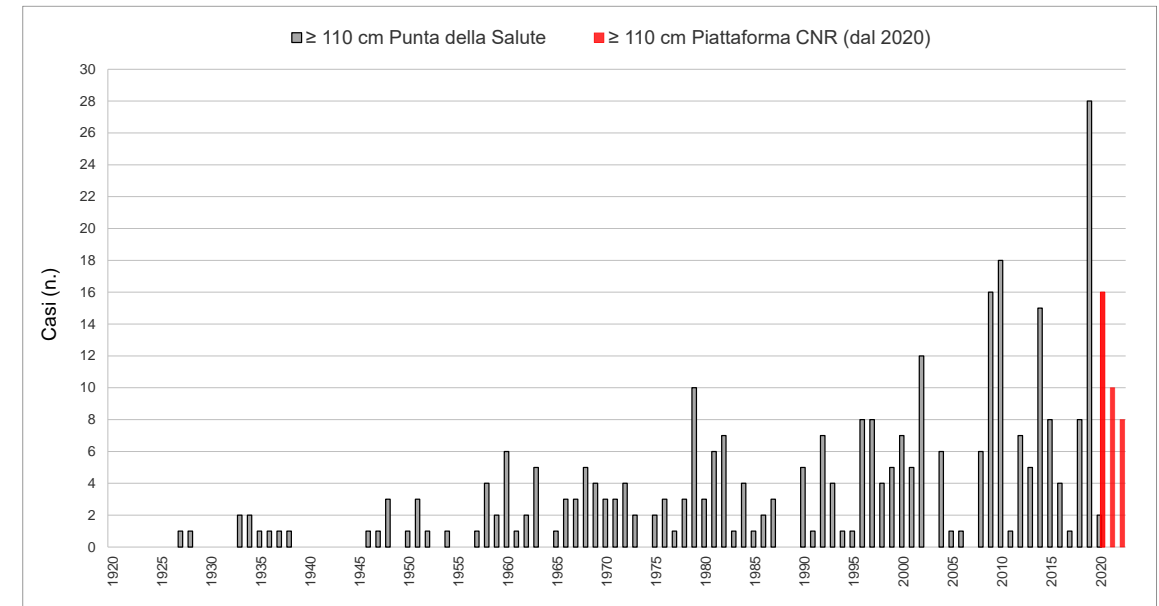
Mareografia

Frequenza acque alte



Frequenza dei casi di superamento quota 80 cm (1924-2022)

Venezia - Punta della Salute

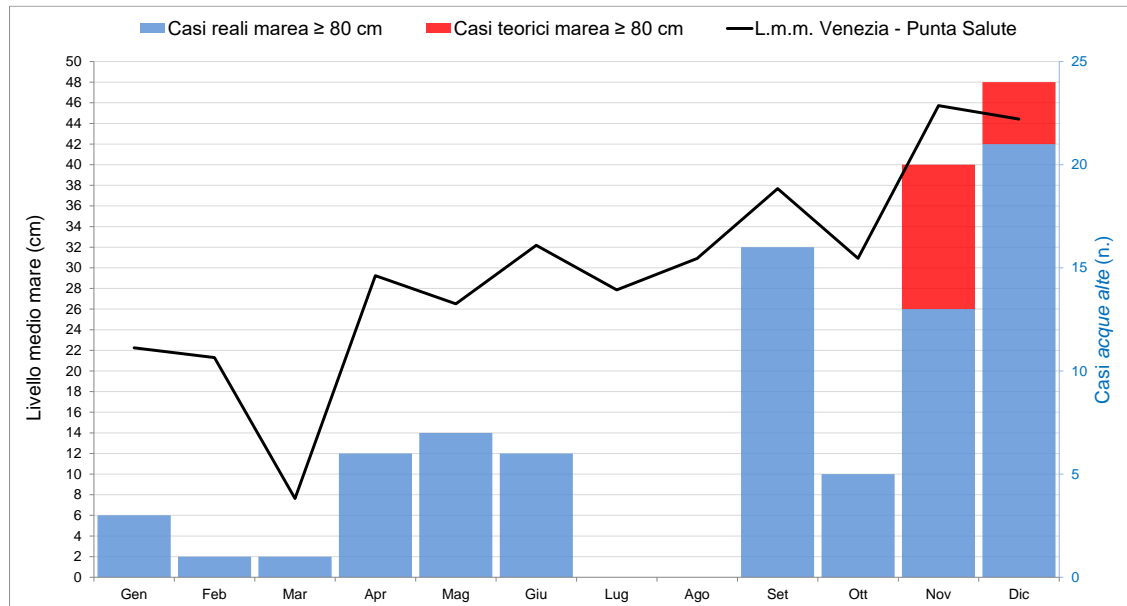


Frequenza dei casi di superamento quota 110 cm (1924-2022)

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 (2009-22) mostrano una amplificazione del fenomeno. A partire dal 2020 l'attivazione delle paratoie del MoSE ha portato ad una differenziazione del numero di casi di acqua alta tra laguna e mare. Per registrare la "doppia" informazione, sulla figura di sinistra le barre degli ultimi tre anni riportano in blu i casi di superamento 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; nel 2021 e 2022 nessun superamento nel centro storico, rispettivamente 10 e 8 in mare.

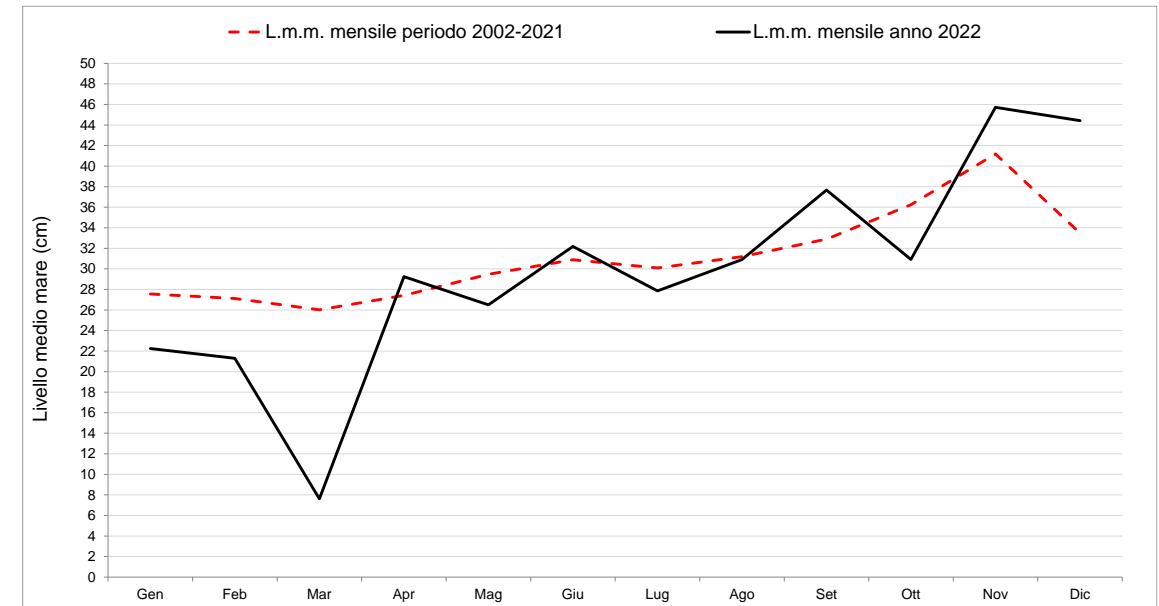
Mareografia

LMM e frequenza acque alte



Anno 2022 - 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 2022 e ventennio precedente (2002-2021)

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 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 bimestre novembre-dicembre e il picco anomalo nel mese di settembre.

Per quanto riguarda la figura di destra, questa riporta ancora il l.m.m. mensile del 2022, messo a confronto con quello calcolato sul ventennio precedente (2002-2021): spicca su tutti il mese di marzo con un valore di 7.6 cm, nettamente inferiore alla media (26 cm), mentre sono gli ultimi mesi dell'anno a presentare i valori più elevati e contemporaneamente al di sopra della media stagionale, in particolare dicembre con un'anomalia positiva di 11 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 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.

Nel corso del 2022, grazie al progetto INTERREG Italia-Croazia "ADRIACLIM", è stata finanziata l'installazione di 3 nuove stazioni meteo-mareografiche in altrettante lagune del Delta del Po, precisamente in Laguna di Caleri (loc. Moceniga), Sacca del Canarin e Sacca degli Scardovari.

Fonti e bibliografia

Le elaborazioni sono state effettuate su dati ISPRA, ARPA Veneto e CPSM (Comune di Venezia), aggiornati al 31.12.2022.

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