ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

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 2020

Castello, 4665 - 30122 Venezia
Tel: 041 5220555 / 5235895 - Fax: 041 5220521
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 (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 RMLV (Rete Mareografica della Laguna di Venezia e del litorale Nord Adriatico) 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 - 11)

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).

Si precisa che a partire dall'anno 2020, per le sole giornate di chiusura delle paratoie del Mose, 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.

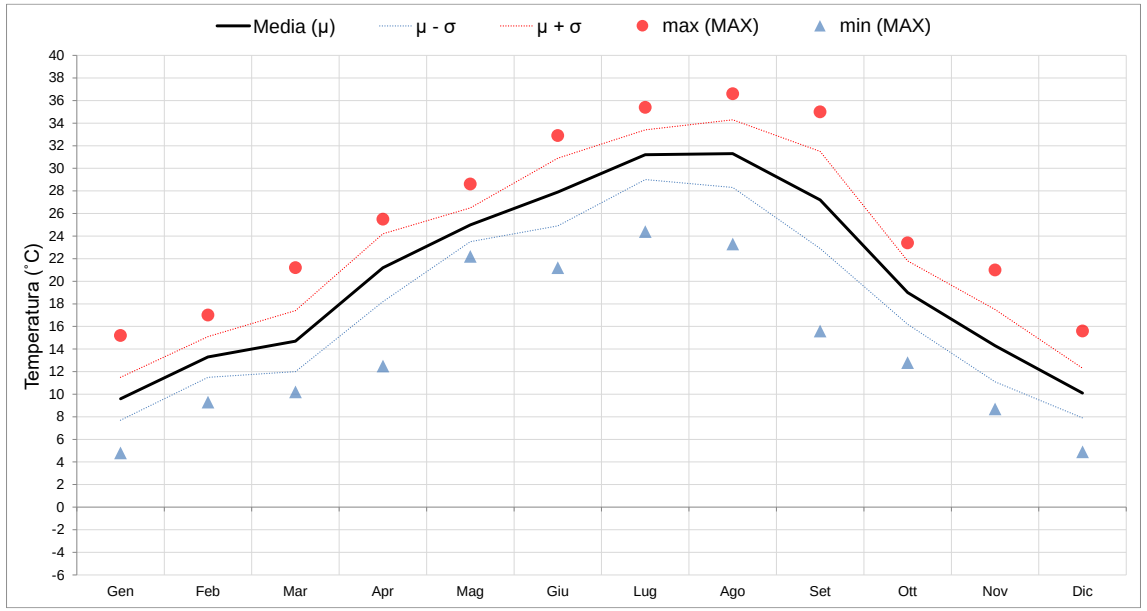
Fonte dati: ISPRA, ARPA Veneto, CPSM (Comune di Venezia)

Autori: Elisa Coraci, Marco Cordella, Franco Crosato

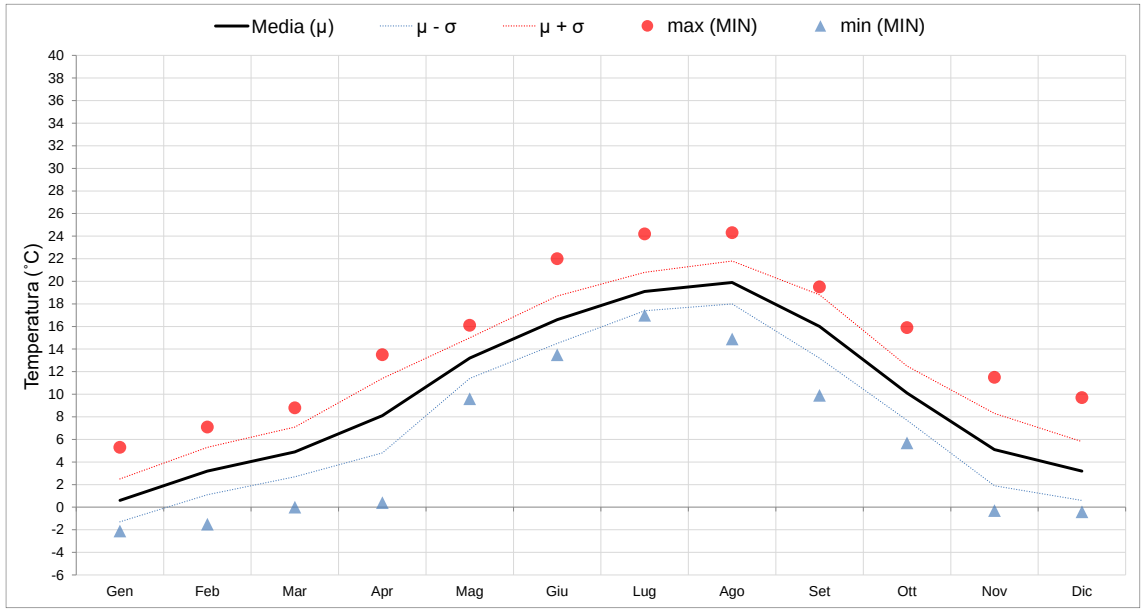
Meteorologia

Temperatura

Lido Meteo



Temperatura massima mensile - Anno 2020



Temperatura minima mensile - Anno 2020

L'analisi della temperatura è stata condotta separando le massime (figura a sinistra) dalle minime (destra) e calcolando per ogni mese dell'anno 2020 la media e la sua variabilità (σ), riportando inoltre i valori massimi e minimi assoluti registrati.

L'andamento della media delle temperature mensili riflette il naturale ciclo stagionale senza presentare evidenti sbalzi tra mesi contigui sia nei valori massimi che minimi, mostrando un 2020 caratterizzato da mesi invernali non particolarmente freddi.

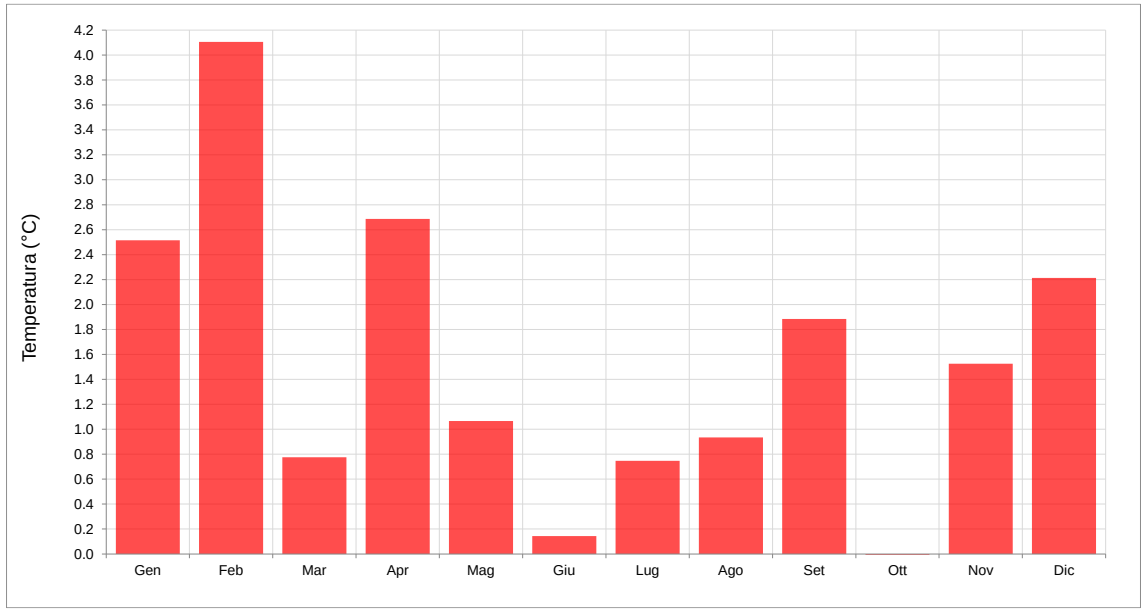
Il mese con la variazione più elevata è stato settembre con 20°C di scostamento sui valori massimi; seguono aprile e novembre con scostamenti rispettivamente di 14 e 12°C sia nelle temperature massime che nelle minime. Al contrario, il mese di maggio si caratterizza come il più stabile con variazioni intorno a 6°C (nelle massime e nelle minime).

La temperatura minima assoluta del 2020 è stata registrata il giorno 7 gennaio (-2.1˚C), mentre quella massima è stata registrata il giorno 8 agosto (36.6˚C).

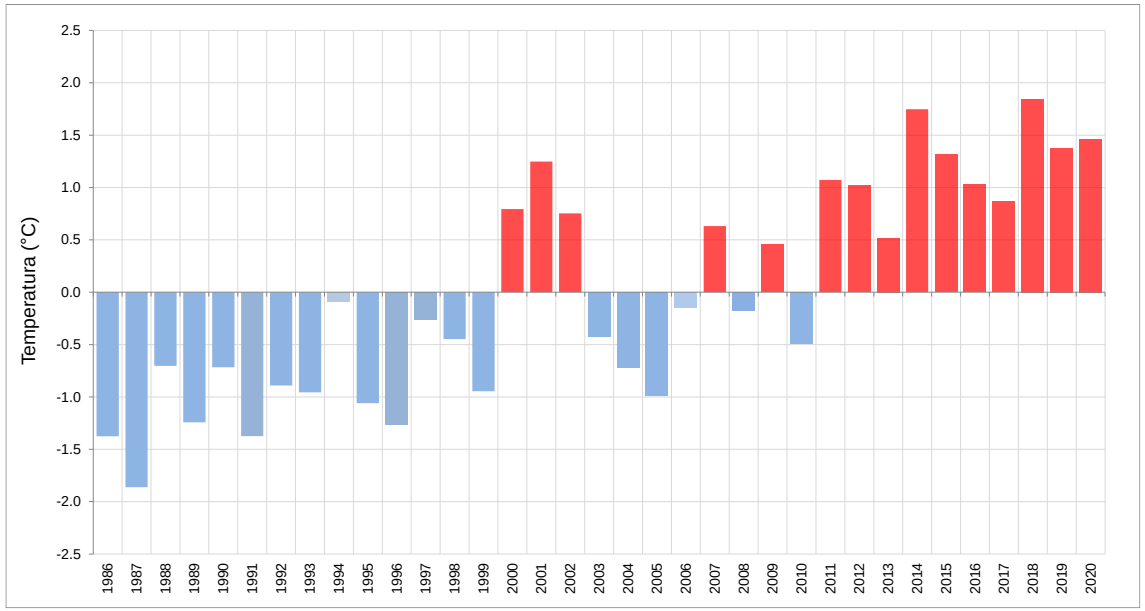
Meteorologia

Temperatura

Lido Meteo



Anomalie termiche mensili delle temperature medie massime 2020 rispetto a 1986-2019



Anomalie termiche annue delle temperature massime (1986-2020)

Analizzando nel dettaglio il trend delle temperature massime, si riporta nel grafico di sinistra l'anomalia termica delle medie mensili del 2020 rispetto alle medie mensili dell'intero periodo precedente (1986-2019). Questi scostamenti danno una stima di quanto i valori di temperatura massima siano o meno in linea con il periodo considerato: si evidenzia come febbraio risulti essere il mese con valori massimi ben più elevati della media (+4.1°C), seguito a distanza da aprile, gennaio e dicembre.

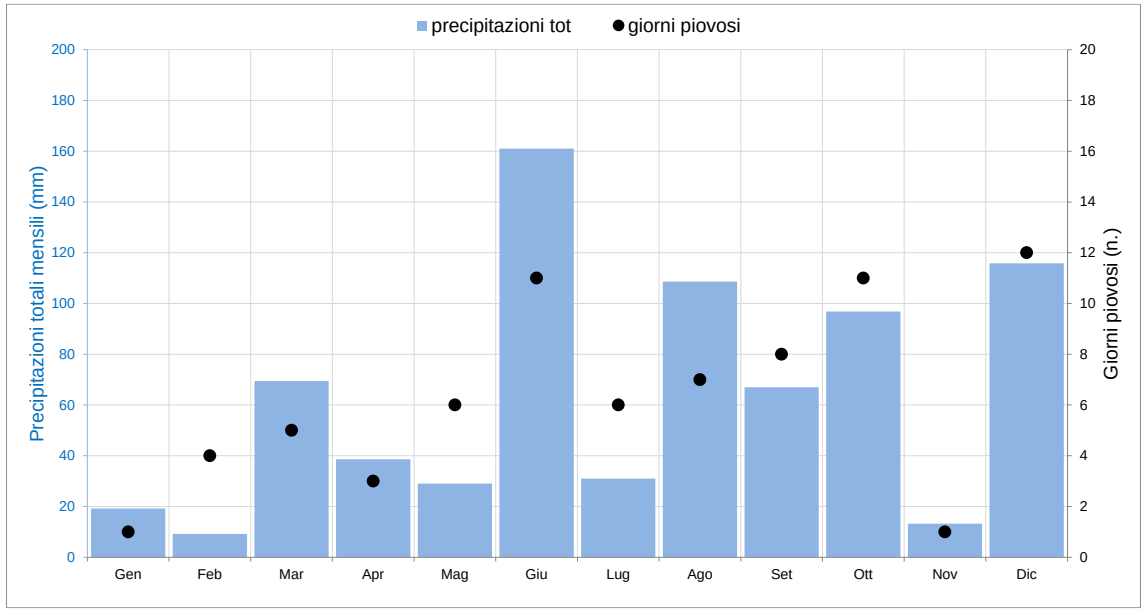
Nel grafico di destra sono riportate per le temperature massime le anomalie termiche annuali che rappresentano la differenza della media annua rispetto alla media dell'intero periodo considerato (1986-2020). E' di particolare rilevanza il trend in crescita registrato dalle temperature massime: nel grafico si osserva una evidente discontinuità tra gli anni '90 e 2000, la quale riflette una decisa variazione delle temperature medie nel corso del periodo in analisi.

In particolare, l'ultimo decennio si attesta come il periodo mediamente più caldo dei trentacinque anni in analisi: il 2020 conferma questa tendenza, posizionandosi come il terzo anno più caldo dall'inizio della serie per le temperature massime, con un'anomalia di +1.48˚C rispetto alla media dell'intero periodo.

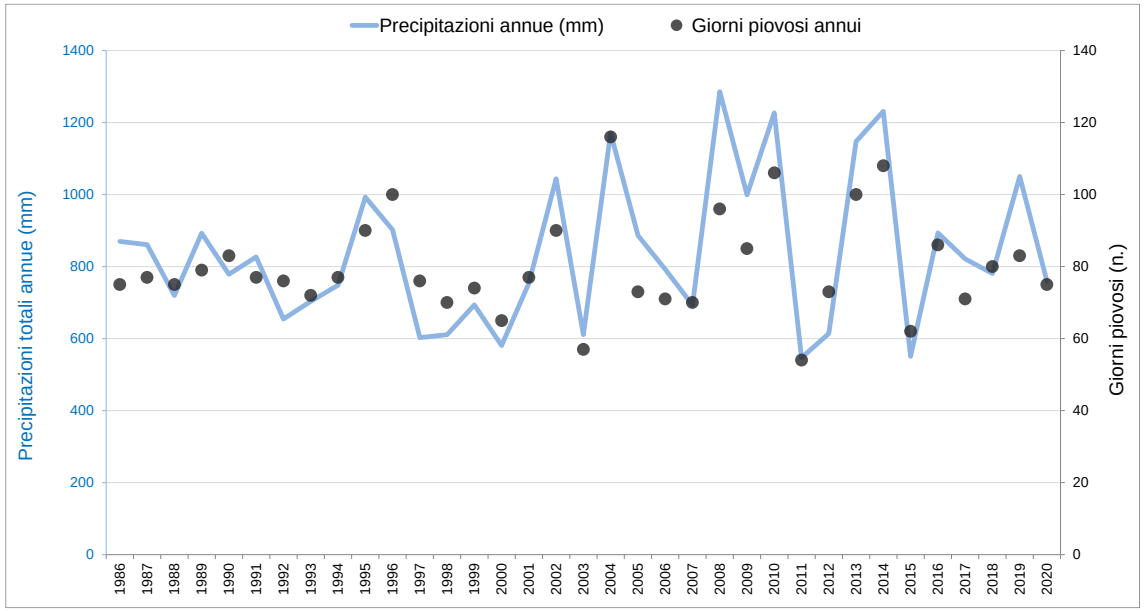
Meteorologia

Precipitazioni

Lido Meteo



Precipitazioni mensili e numero di giorni piovosi - Anno 2020

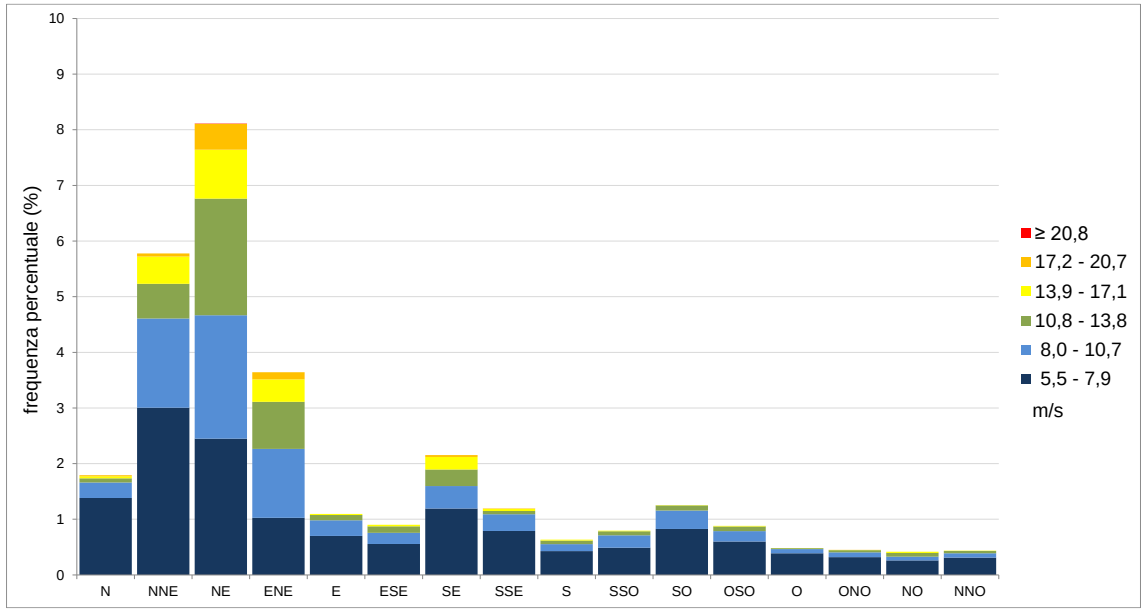


Precipitazioni annuali e numero di giorni piovosi (1986-2020)

Nel corso del 2020, le precipitazioni totali registrate presso la stazione Lido Meteo sono risultate pari a 789 mm, distribuite in 75 giorni piovosi annui. Il mese più piovoso è risultato essere giugno (161 mm, con 11 giorni piovosi), seguito a distanza da dicembre (116 mm, con 12 giorni piovosi) e agosto (109 mm in soli 7 giorni) (figura a sinistra). Il mese più siccitoso è risultato essere febbraio con 10 mm di pioggia caduta in 4 giorni piovosi, seguito a breve distanza da novembre e gennaio, entrambi con un solo giorno piovoso e rispettivamente 16 e 20 mm di pioggia caduta. Scarse le precipitazioni nei mesi primaverili, più abbondanti nel periodo estivo. L'andamento annuale delle precipitazioni totali e dei 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 790 mm e 76 giorni piovosi per anno). Dal 1995 in poi, viene a mancare l'equilibrio e 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 ben al di sopra della media del periodo, con il 2020 si inverte la tendenza: 78 mm di pioggia in meno rispetto alla media dell'intero periodo analizzato (837 mm), in 75 giorni piovosi rispetto agli 80 medi.

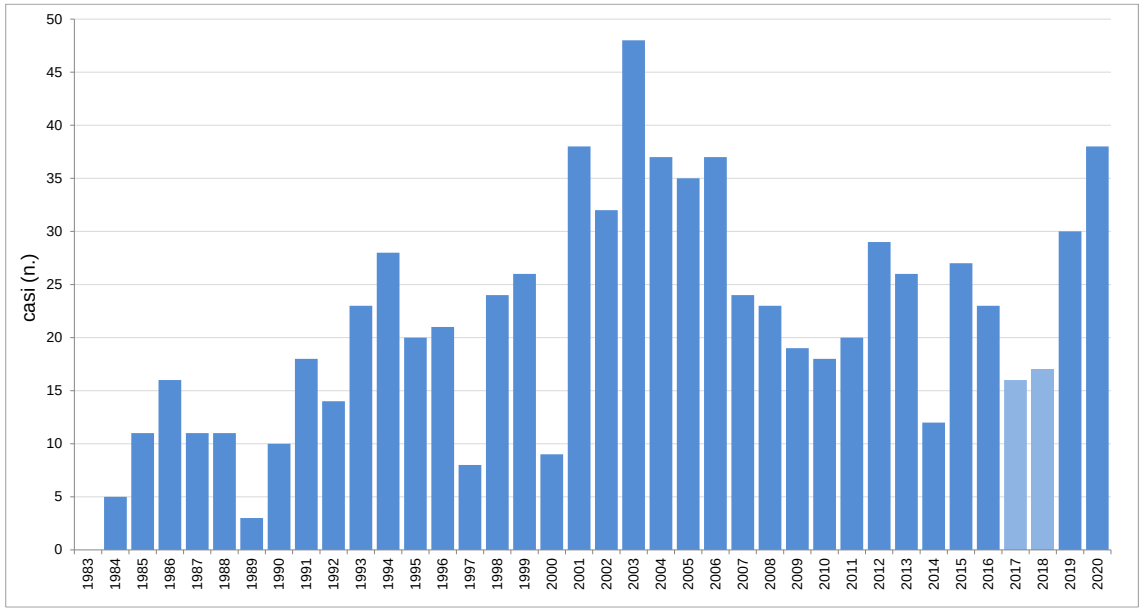
Meteorologia

Vento



Distribuzione della velocità del vento ≥ 5.5 m/s per classi d'intensità e settori di provenienza - Anno 2020

Piattaforma oceanografica *Acqua alta*



Casi annuali di vento significativo > 30 nodi (1983-2020)
Fonte: elaborazioni ISPRA su dati ISPRA, CPSM

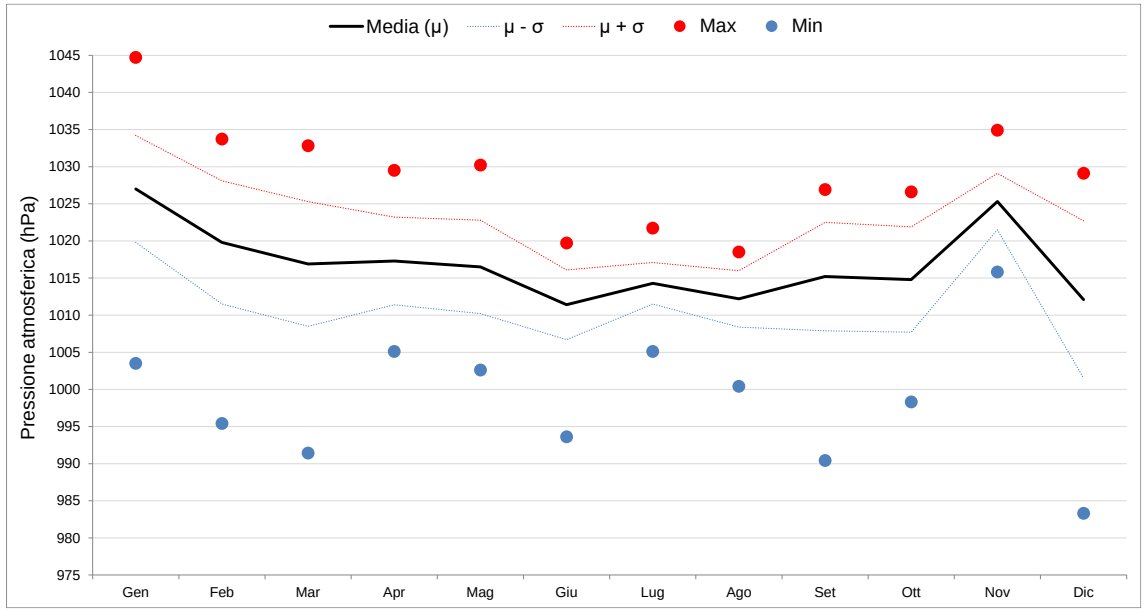
L'analisi si è concentrata sui venti con intensità maggiore o uguale a 5.5 m/s registrati presso *Piattaforma Acqua Alta* (figura a sinistra), che nel 2020 rappresentano circa il 30% del totale, mentre il restante 70% è costituito da brezze e da calma di vento. Il regime dei venti di intensità ≥ 5.5 m/s è rappresentato per circa il 58% da quelli di provenienza dal primo quadrante (NNE, NE, ENE) e per il 14% da quelli provenienti dal secondo (ESE, SE, SSE).

Per quanto riguarda i casi di vento particolarmente intenso, con velocità superiore ai 30 nodi (figura a destra), il 2020 ha fatto registrare 38 casi. Nella serie storica disponibile si nota la presenza di anni particolarmente ventosi (1986, 1994, 2003, 2012) in un intorno di anni più "calmi". Il 2019 e il 2020 mostrano una tendenza crescente dei casi di vento significativo se confrontati con i dati registrati negli ultimi anni disponibili per la stazione di *Piattaforma*, antecedenti al biennio 2017-2018 rappresentato da dati provenienti dalla stazione di *Lido Diga Sud,* barre azzurro chiaro.

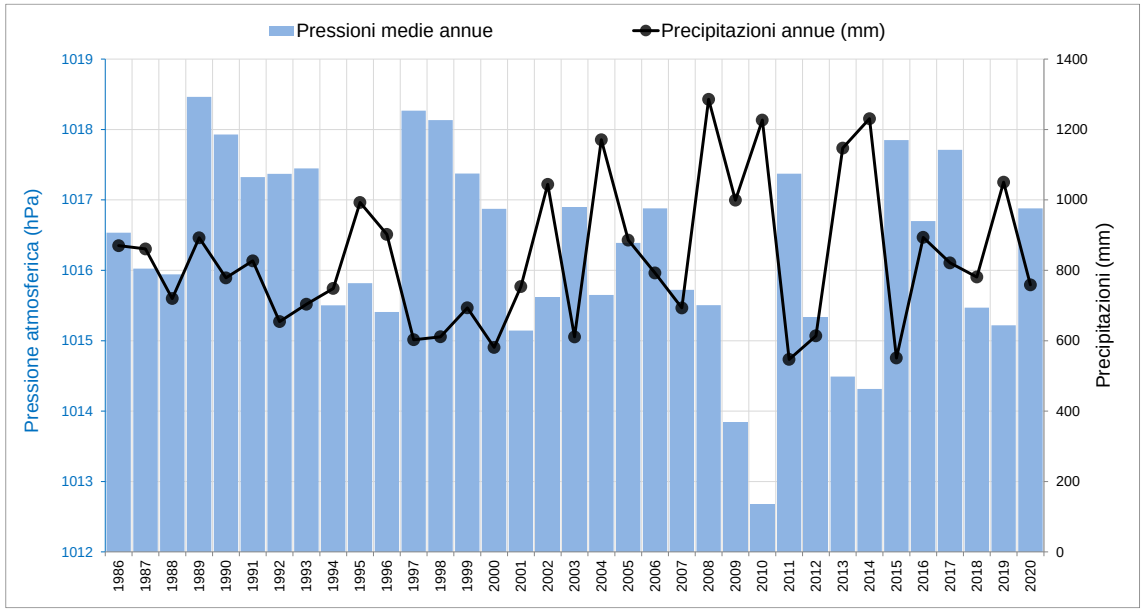
Meteorologia

Pressione

Lido Meteo



Pressione media mensile - Anno 2020



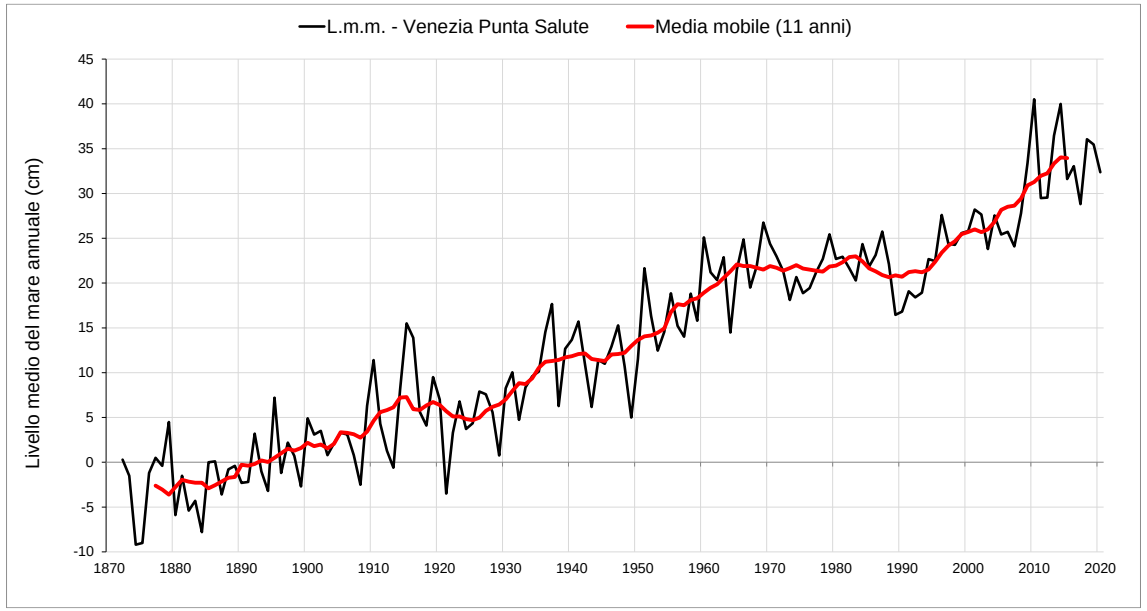
Pressione media e precipitazioni totali annuali (1986-2020)

L'andamento della pressione atmosferica nel corso del 2020 (figura a sinistra) non presenta notevoli scostamenti nel periodo marzo-ottobre, con valori medi che oscillano nell'intorno di 1015 hPa con l'eccezione del mese di giugno che mostra la media più bassa dell'anno (1011.4 hPa). Tale periodo è preceduto e seguito dai mesi di gennaio e novembre che presentano valori medi ben più elevati, rispettivamente 1027 e 1025.3 hPa. I mesi maggiormente variabili risultano essere dicembre, con circa 45 hPa di escursione barometrica, e il trimestre gennaio/marzo con escursioni intorno a 40 hPa, mentre i mesi più stabili sono risultati luglio e agosto con escursioni di 16 e 18 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 2020 evidenzia ancora una volta lo stretto legame tra l'aumento dei valori di pressione e la riduzione delle precipitazioni, invertendo la tendenza del 2019.

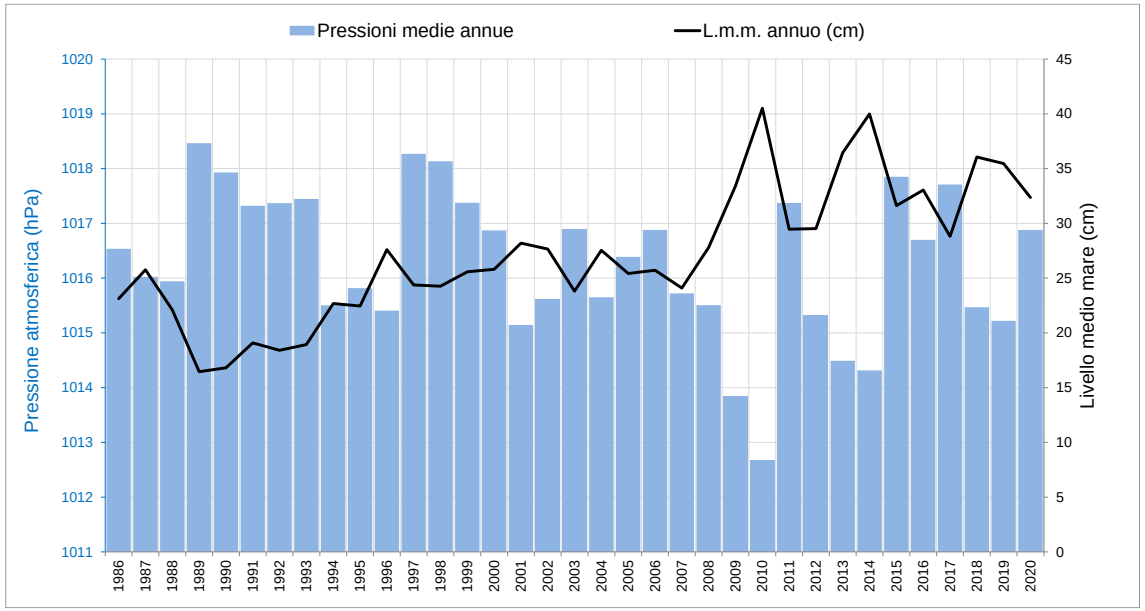
Mareografia

Livello medio del mare (LMM)

Venezia - Punta della Salute



Livello medio mare annuale e media mobile (1872-2020)



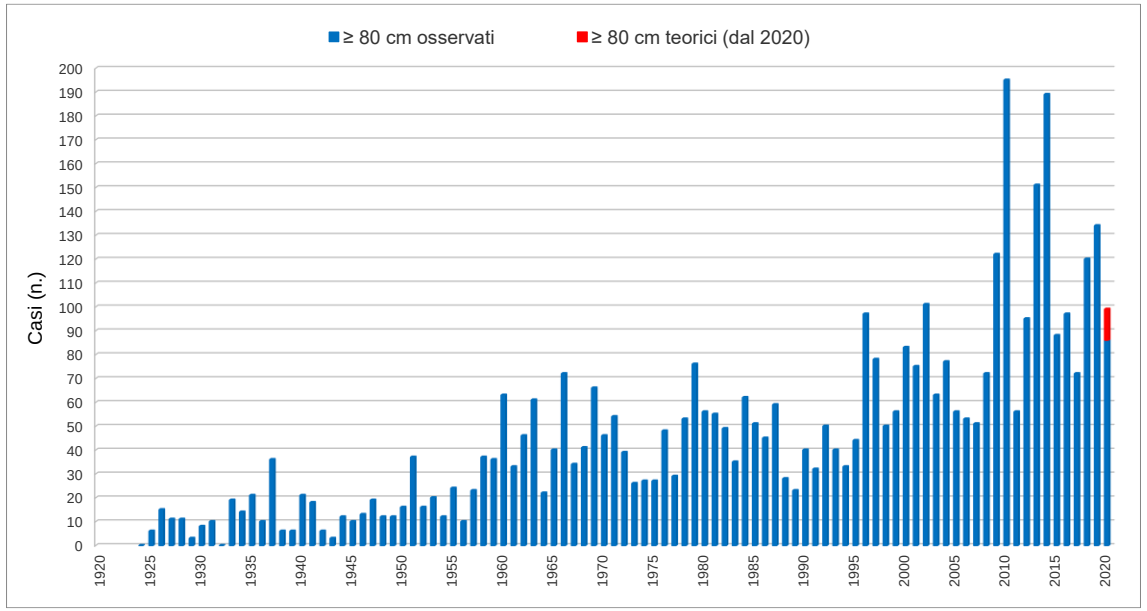
Livello medio mare e pressione atmosferica annuale (1986-2020)

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 1872-2020, il tasso di innalzamento del l.m.m. si attesta sui 2.5 mm/anno, mentre nel periodo 1993-2020 il tasso è pari a 5.1 mm/anno. Dal confronto annuale del l.m.m. e della pressione media (figura a destra) si apprezza la loro relazione inversa, in particolare negli anni 2010,2013,2018,2019 (i 4 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 in assenza di azionamento del MoSE. Nel 2020 il valore così ricostruito (32.4 cm) risulta essere più elevato di 0.5 cm rispetto a quello realmente registrato (31.9 cm).

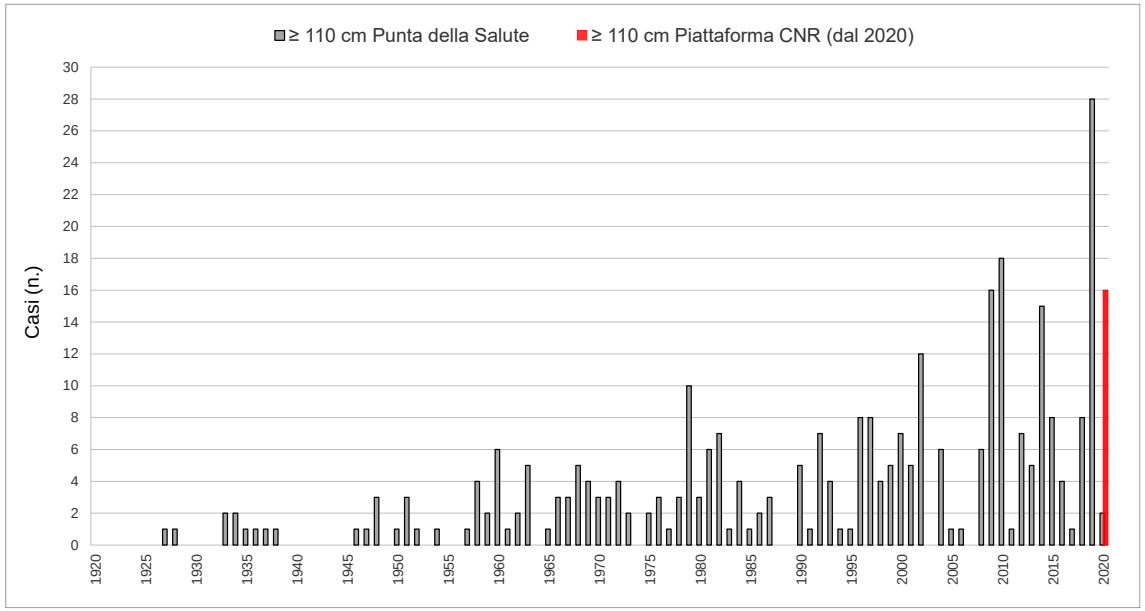
Mareografia

Frequenza *acque alte*

Venezia - Punta della Salute



Frequenza dei casi di superamento quota 80 cm (1924-2020)



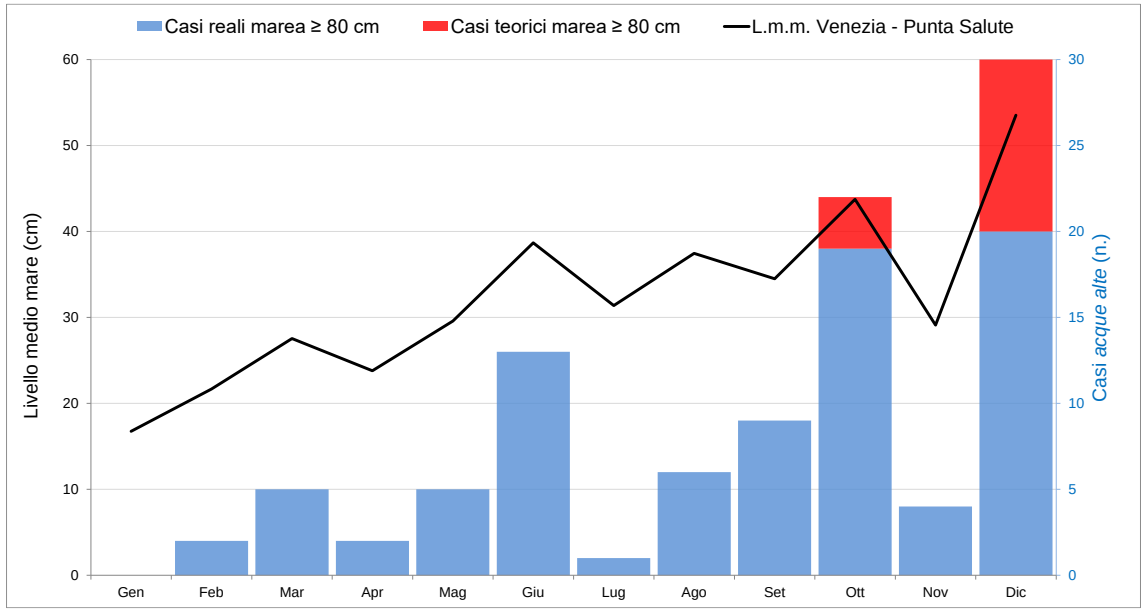
Frequenza dei casi di superamento quota 110 cm (1924-2020)

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 (2009-20) 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 la barra del 2020 riporta in blu i casi di acqua alta superiori o uguali a + 80 cm (quota a cui Piazza San Marco inizia ad essere allagata) effettivamente verificatisi nel centro storico 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 centro storico veneziano, nel 2020 ci sono stati 2 superamenti di quota 110 cm sullo ZMPS, mentre in mare sono stati ben 16, uno tra i valori più alti dell'intero periodo.

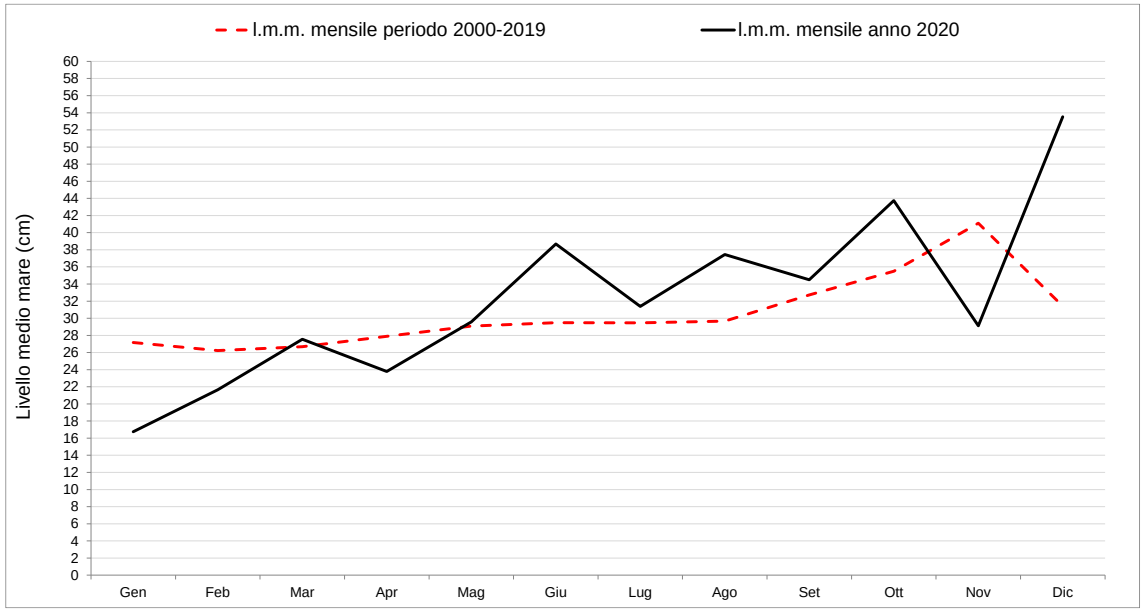
Mareografia

LMM e frequenza *acque alte*

Venezia - Punta della Salute



Anno 2020 - Livello medio mare mensile e frequenza dei casi delle acque medio-alte e alte (≥ 80 cm).



Livello medio mare mensile: confronto tra 2020 e ventennio precedente (2000-2019)

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. Nei mesi di ottobre e dicembre, parte della barra è colorata di rosso per rappresentare i casi di acqua alta "bloccati" dalle paratoie del MoSE, ovvero il numero di eventi realmente verificatisi in mare. Resta infine da sottolineare la forte concentrazione degli eventi nel periodo autunnale, e un anomalo mese di giugno con 13 casi.

Per quanto riguarda la figura di destra, questa riporta ancora il l.m.m. mensile del 2020, messo a confronto con quello calcolato sul ventennio precedente (2000-2019): spiccano gennaio e novembre come i mesi con valori nettamente inferiori alla media, mentre giugno, agosto, ottobre e dicembre come quelli con i valori nettamente più alti, quest'ultimo con ben 22 cm in più rispetto alla media.

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 vengo 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, sono disponibili i dati in tempo reale registrati presso le stazioni della RMLV. Nella stessa sezione sono inoltre disponibili e scaricabili, previa registrazione, i dati 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 31.12.2020.

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