

Venezia. La particolare frequenza delle acque alte nel 2009

L'anno 2009 si è concluso con una persistenza di eventi di alta marea a Venezia e in laguna che lo inserisce al primo posto tra gli anni peggiori. Se consideriamo che la situazione mareografica negativa si è protratta anche per i primi quindici giorni del 2010 non ho possibilità di errore nell'affermare che quanto accaduto non ha avuto precedenti nella storia.

Il bilancio mareografico dell'anno scorso a Venezia può essere sintetizzato con l'elenco dei seguenti valori notevoli:

- 125 eventi di marea uguale o superiore a 80 cm;
- 16 eventi di marea uguale o superiore a 110 cm;
- 2 eventi di alta marea eccezionale, cioè superiore a 140 cm;
- 4 eventi consecutivi sopra i 110 cm;
- 3 eventi consecutivi di alta marea superiore a 130 cm;
- 33,1 cm il valore del livello medio del mare (che è costituito dal valore medio di tutti gli estremali massimi e minimi di marea registrati nell'anno¹);
- 451 ore complessive con marea uguale o superiore a 80 cm;
- 19 giorni consecutivi di marea con valore uguale o superiore a 80 cm.

Nel 2009 ognuno di questi valori ha stabilito un record storico.

Infatti, il precedente primato del livello di 80 cm, registrato nel 2002, era stato di 111 eventi e lo stesso anno 2002 deteneva il primato per i 110 cm con 12 casi.

Due eventi con alta marea uguale o superiore a 140 cm si sono avuti, oltre che lo scorso anno, soltanto nel 1979 (140 cm il 17 febbraio; 166 cm il 22 dicembre);

Mentre 3 casi consecutivi di alta marea uguale o superiore a 130 cm non erano mai stati registrati prima.

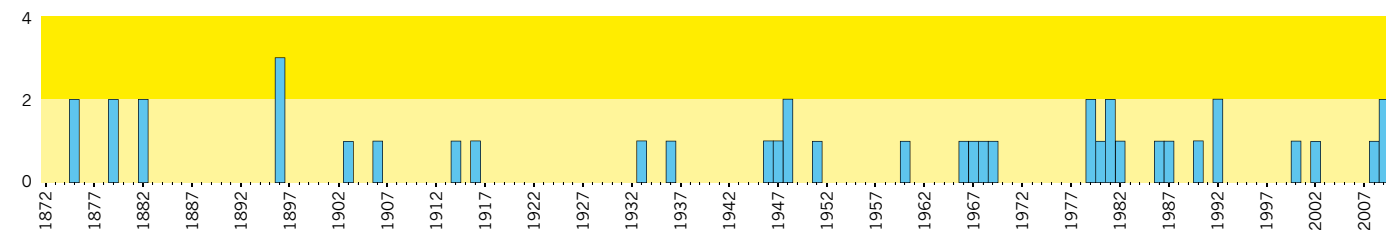
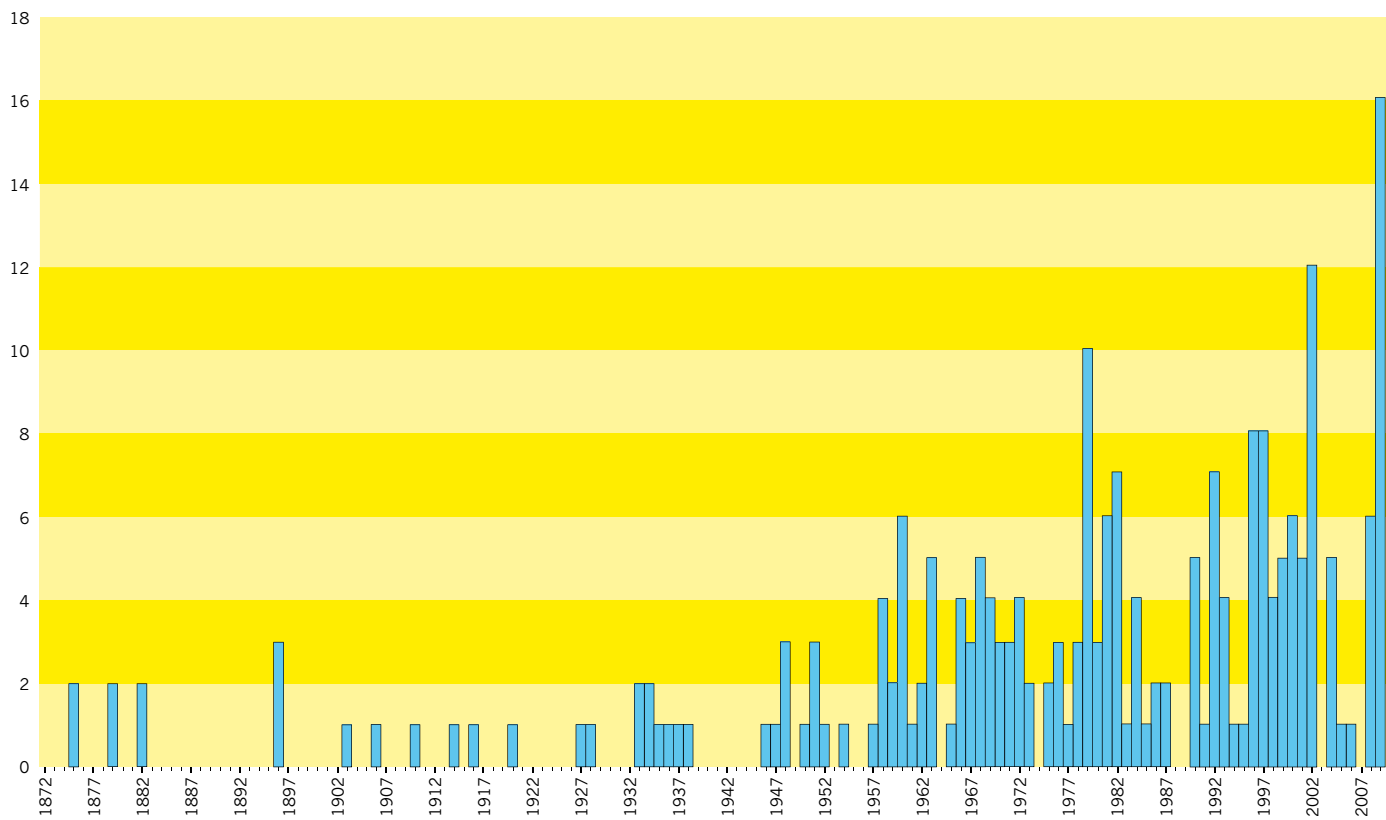
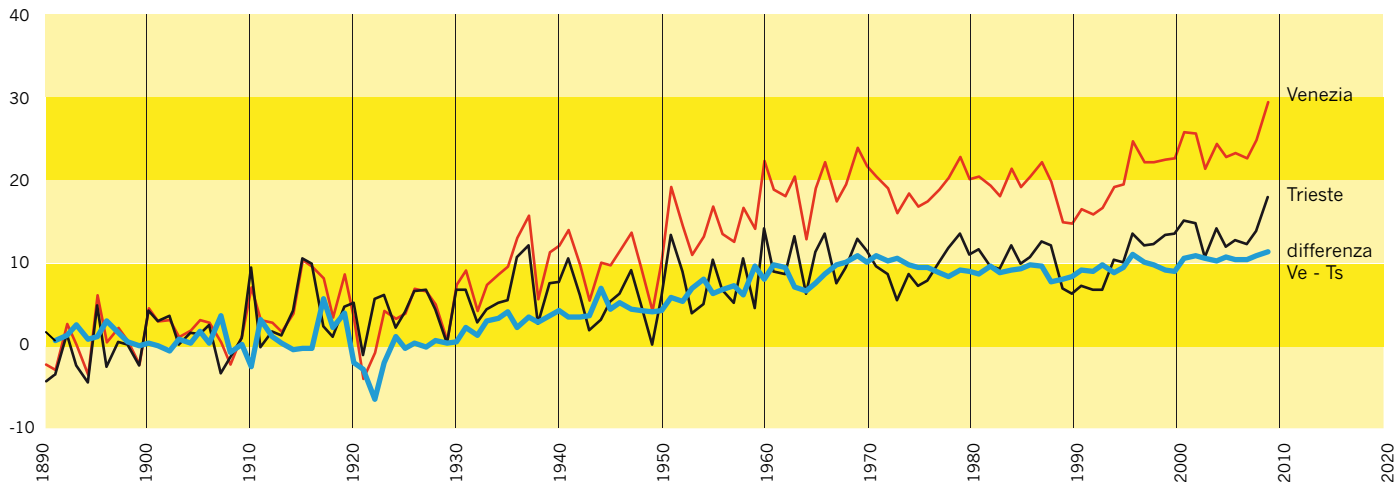
Né si erano mai verificati 4 casi consecutivi di maree uguali o superiori a 110 cm come avvenuto tra il 22 e il 25 dicembre 2009. In passato, infatti, si erano registrati al massimo 3 eventi successivi di maree di questo livello, per i quali bisogna risalire al 27 e 28 gennaio 1946, con i valori di 119 cm, 126 cm e 132 cm.

Il livello medio del mare nel 2009, pari a 33,1 cm, costituisce un primato importante visto che i precedenti valori più elevati si riferivano al 2001 con 29 cm e al 2002 con 28,9 cm, ed erano inferiori di ben 4 cm. Questo evidenzia la tendenza della marea, nell'ultimo decennio, a superare continuamente i valori notevoli raggiunti.

Con lo scenario delineato da questi primi dati si può facilmente intuire perché nel

¹ Il livello medio del mare non va confuso con lo Zero Mareografico di Punta della Salute (ZMPS), stabilito nel 1897, che è il riferimento altimetrico convenzionale per Venezia e la laguna

* Paolo Canestrelli, ingegnere, è Direttore del Centro previsioni e segnalazioni maree del Comune di Venezia



Dall'alto verso il basso

Figura 1. Andamento del livello medio annuo del mare a Venezia e a Trieste dal 1890 al 2009

Figura 2. Distribuzione annuale delle alte maree uguali o superiori a 110 cm registrate a Venezia dal 1872 al 2009

Figura 3. Distribuzione annuale delle alte maree uguali o superiori a 110 cm registrate a Venezia dal 1872 al 2009, calcolata annullando l'effetto della crescita del livello del medio mare

Elaborazioni del Centro previsioni e segnalazioni maree del Comune di Venezia

2009, come detto prima, si sia registrato anche il più alto numero di ore in cui la marea è rimasta sopra gli 80 cm: 451 ore, contro il primato precedente di 335 ore che risaliva all'anno 2002.

Nel 2009, inoltre, il livello di 80 cm è stato raggiunto per 19 giorni consecutivi (un altro record) con il persistere dell'allagamento, totale o parziale, della Piazza San Marco dal 13 al 31 dicembre, mediamente per 2,5 ore giornaliere (il record precedente era del 1958 con 15 giorni consecutivi). Se si considera, inoltre, che il fenomeno è continuato ininterrottamente fino al 17 gennaio 2010, si arriva all'incredibile persistenza di ben 36 giornate consecutive.

Dopo tre anni (dal 2005 al 2007) nei quali, complessivamente, si erano registrati 2 soli eventi di marea superiori a 110 cm, si pensava che il primo decennio del nuovo millennio si assestasse al massimo sui valori del decennio precedente. Invece già con il 2008 si era colto l'inizio di un aumento di frequenza che il 2009 ha poi confermato.

Ma quali possono essere le cause di questa maggiore frequenza delle alte maree nella laguna di Venezia?

Innanzitutto, il confronto dei valori registrati alla stazione mareografica di Venezia (Punta della Salute), con la stazione mareografica di Trieste porta a escludere un nuovo fenomeno di accelerazione della subsidenza nell'area lagunare. A Trieste e a Venezia, infatti, i valori del livello medio del mare nel 2009, rispetto al 2008, hanno fatto registrare un aumento analogo con un rialzo in entrambe le località, rispettivamente di poco inferiore a 5 cm e appena superiore a 5 cm (l'andamento del livello medio del mare registrato alle due stazioni Adriatiche nel corso degli anni è illustrato nella figura 1).

Dal confronto del grafico relativo alla distribuzione della frequenza annuale degli eventi uguali o superiori a 110 cm (figura 2), con il grafico ottenuto sottraendo al livello di marea registrato il livello medio del mare calcolato per lo stesso anno (figura 3) si osserva che la maggior parte dell'evidente aumento di frequenza nel primo, scompare nel secondo. Pertanto risulta evidente come la prima causa dell'aumento di frequenza delle alte maree a Venezia derivi, in gran parte, dall'aumento del livello medio marino.

L'innalzamento del livello medio del mare può essere determinato da più cause.

Una prima causa, di tipo globale, è il fenomeno eustatico che rappresenta l'effetto della dilatazione termica e dello scioglimento delle calotte glaciali a causa dell'aumento del valore della temperatura media del pianeta. La letteratura scientifica su questo fenomeno è molto ricca e conferma come esso possa rappresentare, in futuro, un vero

pericolo per la città di Venezia. Per questo, benché non vi siano ancora previsioni certe da parte della comunità scientifica, gli scenari ipotizzati devono essere attentamente valutati anche in funzione delle più efficaci strategie di gestione delle opere di difesa dalle acque alte.

Una seconda causa si riscontra a livello meteorologico. Da questo punto di vista, il 2009 è stato caratterizzato da un numero eccezionale di perturbazioni atmosferiche accompagnate spesso da aree cicloniche in transito dall'Atlantico all'Oriente. Il transito ciclonico nel Tirreno ha prodotto l'instaurarsi di venti di scirocco nell'Adriatico i quali, a causa della morfologia di questo mare (lungo e stretto, con l'estremo settentrionale chiuso), hanno dato luogo a un accumulo di acqua marina al suo interno e soprattutto nella parte Nord. Per lunghi periodi dei mesi di gennaio, febbraio, marzo e, in particolare, dicembre 2009, le alte maree si sono ripetute per effetto di questo accumulo d'acqua. L'oscillazione lungo l'Adriatico della massa d'acqua, con periodo di circa 22 ore ("onda di sessa") non è riuscita a dissiparsi gradualmente in quanto i venti di scirocco, persistenti nella parte centrale e meridionale, l'hanno respinta verso l'alto, a volte rinforzandola.

L'aumento del livello medio del Mare Adriatico, quindi, è dovuto principalmente a cause di origine meteorologica. Alcuni degli eventi significativi registrati nel 2009, in particolare quelli eccezionali durante le festività natalizie, si sono verificati in un periodo di quadratura lunisolare², situazione particolarmente nota ai veneziani in quanto in quei giorni il livello marino si dimostra poco dinamico e le acque lagunari ristagnano, anche per molte ore, intorno a un medesimo livello.

Situazioni del genere, che potrebbero ripetersi due volte durante ogni ciclo lunare, anche se con leggere differenze stagionali, possono produrre due importanti effetti negativi:

- un temporaneo scarso ricambio delle acque della laguna, con un conseguente aumento degli elementi inquinanti;
- la possibilità che, in concomitanza con fenomeni di *storm surge*, ovvero in presenza di elevati impulsi meteorologici, le acque della laguna si mantengano su valori elevati e persistenti, quasi che la marea non volesse più defluire.

Con quest'ultima situazione viene alterato il normale armonico "respiro" della marea, per cui viene meno il detto popolare che recita: "la marea sei ore cresce e sei ore cala". In termini più tecnici, la marea passa dalla più frequente oscillazione semidiurna a quella diurna.

² La quadratura si verifica quando la luna raggiunge una posizione orbitale con un angolo di 90° rispetto al Sole e alla Terra

La possibilità che, in queste situazioni, gli effetti degli allagamenti possano diventare devastanti sono noti ai cittadini veneziani che hanno vissuto la grande inondazione del 4 novembre 1966 quando l'acqua raggiunse 194 cm, il massimo livello registrato negli ultimi due secoli.

Durante le recenti maree eccezionali si è nuovamente verificata proprio la concomitanza di una situazione astronomica di quadratura e di un considerevole fenomeno di *storm surge*. Il contenuto vento di scirocco al settentrione ha, per fortuna, limitato gli effetti per cui la marea si è mantenuta su livelli inferiori a quelli del 1966.

Gli effetti di permanenza su elevati valori di marea a Venezia vanno pertanto ricercati all'interno dello scenario di quadratura e meteorologico descritto. Nell'attuale scenario, i lavori alle bocche portuali per la regolazione delle maree (Mose) non rappresentano una significativa partecipazione di responsabilità.

Anzi, i modelli di simulazione del comportamento mareale, sviluppati in fase di progettazione, hanno evidenziato che le resistenze idrauliche introdotte alle bocche di porto con tali lavori producono una riduzione di alcuni centimetri dei picchi di marea.

