



**ISPRA**

Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale

*Dipartimento Tutela Acque Interne e Marine  
Servizio Laguna di Venezia*

# **Analisi eventi di marea**

*Rapporto n. 01/2011*

-

**01 Marzo 2011**

Castello, 4665 - 30122 Venezia  
Tel: 041 5220555 / 5235895 - Fax: 041 5220521  
Segreteria previsione di marea: 041 5202027 / 5202083  
e-mail: [venezia@isprambiente.it](mailto:venezia@isprambiente.it)  
[www.ispravenezia.it](http://www.ispravenezia.it)

## **Analisi evento 1 marzo 2011**

In questo documento è presentata l'analisi dell'evento del giorno 1 marzo 2011, caratterizzato dal fenomeno dei sovralti differenziati: il vento di Bora agisce lungo la direttrice NE-SO, lungo la quale è orientata la Laguna di Venezia, causando un'inclinazione del livello idrico lungo la medesima direttrice. Il vento quindi realizza uno spostamento delle masse d'acqua dalla zona settentrionale (posta in sopravvento) alla zona meridionale della laguna (sottovento). Di conseguenza, in queste condizioni meteorologiche si osservano dei notevoli dislivelli idrici all'interno della laguna.

### **Analisi meteorologica**

Tra i giorni 24 e 26 febbraio sono stati misurati valori della pressione atmosferica molto elevati a Venezia rispetto alla stazione di Bari: il dislivello barico massimo di 11,8 hPa è stato rilevato il giorno 24 febbraio alle ore 4:00 (figura 1). Dalle ore 12 del 26 febbraio si osserva un calo della pressione a Venezia, che si assesta sui valori rilevati a Bari, rimasti nel frattempo pressoché costanti. I valori barici subiscono successivamente un'ulteriore diminuzione in entrambe le stazioni fino alle ore 12:00 del giorno 27 febbraio in cui le pressioni raggiungono i valori minimi del periodo, annullando il precedente gradiente barico. In seguito si osserva una crescita delle pressioni in entrambe le stazioni, molto più rapida a Venezia, fino alla fine del giorno 28 febbraio. Un brusco crollo delle pressioni si verifica a Bari, tanto che alle ore 20:00 del giorno 1 marzo si rileva il massimo gradiente barico rispetto ai valori misurati a Venezia (12,1 hPa).

Raggiunto il minimo barico a Bari, le pressioni ritornano a crescere in entrambe le stazioni e con maggiore intensità a Bari, fino a presentare un gradiente molto più contenuto dal giorno 3 febbraio.

Per quanto riguarda il regime dei venti, nei giorni compresi tra il 24 e il 27 febbraio, a Piattaforma CNR si registrano venti di provenienza prevalente dai quadranti settentrionali (figura 2). Per quanto riguarda la velocità, anch'essa è caratterizzata da un andamento irregolare e raggiunge un picco massimo pari a 12,1 m/s il giorno 26 febbraio alle ore 2:40.

Dall'inizio del giorno 28 febbraio, il vento assume una direzione costante e si instaura un regime di Bora: la provenienza è quella del quadrante nord-orientale e la velocità aumenta decisamente, fino al valore massimo di 23,2 m/s registrato il giorno 1 marzo alle ore 20:00. Questo picco è raggiunto in corrispondenza del massimo gradiente barico di 12,1 hPa misurato tra le stazioni di Bari e Venezia. Da questo istante il vento subisce una diminuzione graduale della velocità, mantenendo la direzione costante fino alla fine del giorno 4 febbraio.

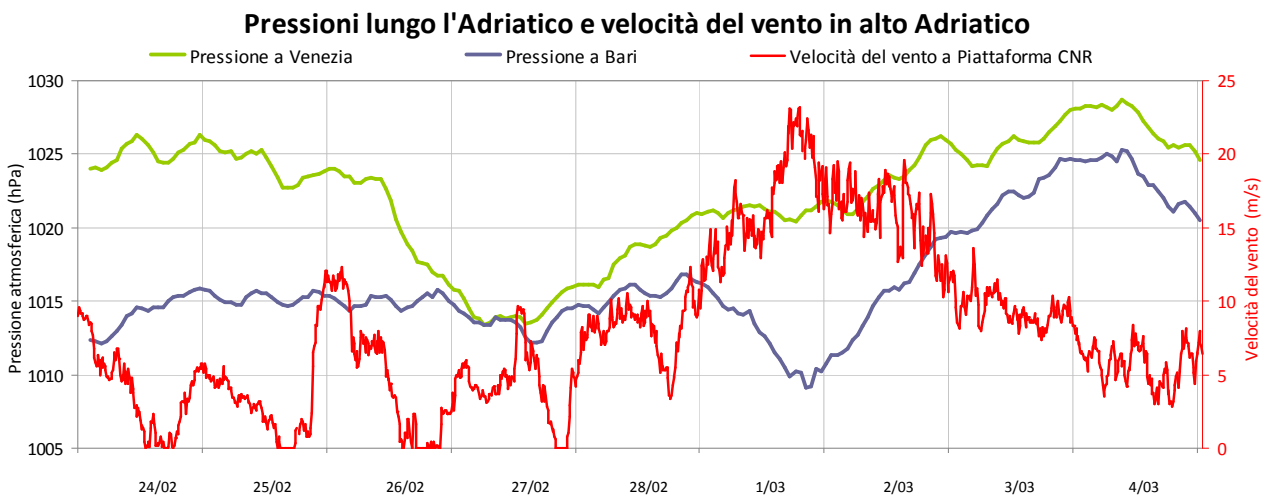


Figura 1

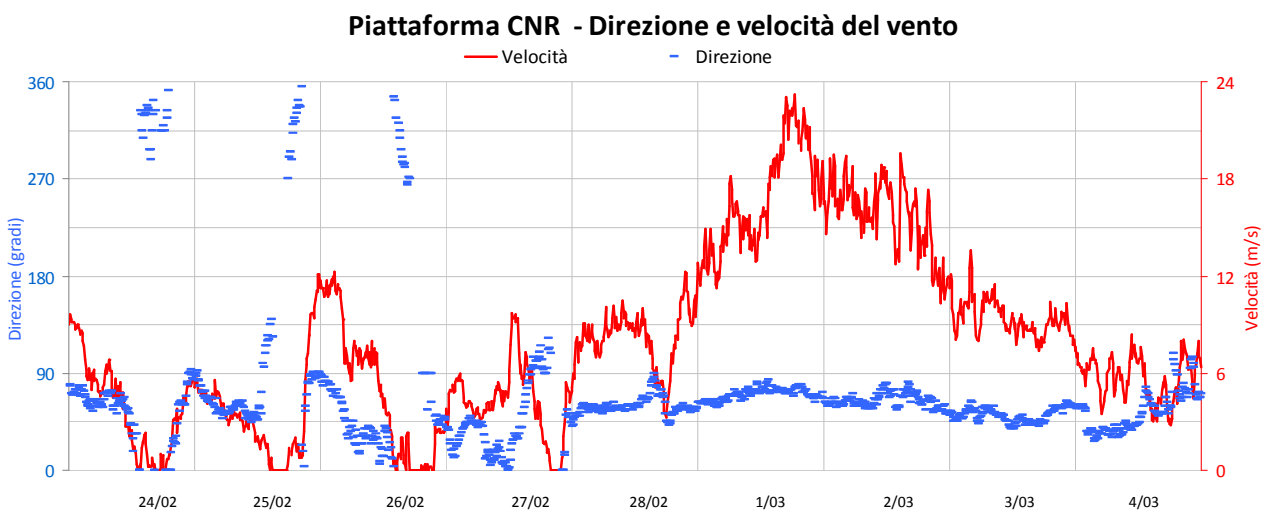


Figura 2

### Analisi mareografica

Il regime mareale della laguna presenta un andamento regolare tra i giorni 24 e 28 febbraio: i livelli rilevati nelle varie stazioni mareografiche sono molto simili tra loro; le uniche differenze consistono nelle ampiezze di marea e nei ritardi di propagazione, correlati alla diversa dislocazione geografica delle stazioni stesse. L'unica lieve alterazione, rilevata il giorno 26 febbraio, consiste in un leggero insaccamento avvenuto nella stazione di Val Fogolana, causato da un vento proveniente dal primo quadrante, di intensità massima pari a 12,3 m/s (figura 3).

Dal 1 marzo l'azione del vento di Bora altera decisamente il regime idraulico lagunare, causando il fenomeno dei cosiddetti sovralti differenziati: il vento proveniente da nord-est causa lo

spostamento della massa d'acqua lagunare lungo l'asse NE-SO. Per questo motivo nella laguna settentrionale i livelli subiscono una decisa diminuzione rispetto alla laguna meridionale, zona in cui si insaccano le acque lagunari. Questo fenomeno si osserva soprattutto dal confronto tra le stazioni di Grassabò e Val Fogolana, situate rispettivamente alle estremità settentrionale e meridionale della laguna: la massima differenza tra i livelli di marea rilevati tra queste stazioni è infatti uguale a 124 cm (1 marzo, ore 22:30). I picchi massimi misurati sono pari a +58 cm a Grassabò (ore 23:30 del 28 febbraio), + 88 cm a Punta della Salute (ore 09:40, 2 marzo), e +149 cm a Val Fogolana (ore 22.30, 1 marzo). Da evidenziare che nella stazione di Grassabò l'altezza di marea in corrispondenza dei cavi assume valori negativi a causa dello svuotamento del bacino lagunare in sopravento.

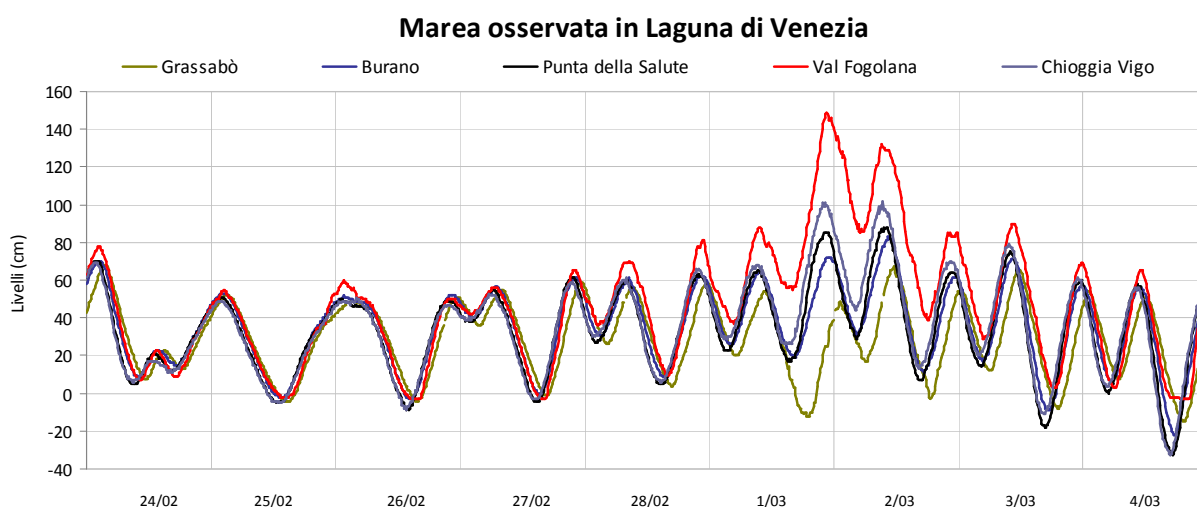


Figura 3

Molto interessante è l'analisi dei sovralzi: essi sono calcolati come differenza tra marea osservata e marea astronomica e permettono di eseguire uno studio più approfondito sulla componente meteorologica della marea, legata in questo caso all'intensificazione del vento di Bora. Si nota innanzitutto un andamento periodico dei sovralzi nei giorni precedenti l'evento e ciò è probabilmente legato alla presenza di una sessa (oscillazione libera del livello marino), che sembra mantenersi anche dopo la cessazione del vento di Bora (figura 4).

Tra i giorni 24 e 27 febbraio i valori calcolati non mostrano particolari differenze tra le varie stazioni, ad eccezione del leggero picco di Val Fogolana all'inizio del giorno 26 febbraio dovuto all'azione di un vento proveniente dal primo quadrante che ha causato un leggero insaccamento. I fenomeni più interessanti si osservano invece a partire dal giorno 1 marzo: l'azione del vento di Bora altera decisamente il regime idraulico lagunare causando la differenziazione dei sovralzi.

Si può notare come il valore massimo del sovrizzo sia stato individuato nella stazione di Val Fogolana (+92 cm) alle ore 02:00 del giorno 2 marzo perché soggetta all'insaccamento delle

acque lagunari, mentre la stazione di Grassabò è soggetta a svuotamento, e mostra sovralti negativi con il valore minimo di -26 cm (ore 20:20 giorno 1 marzo) in corrispondenza della massima intensità del vento (23,2 m/s). La massima differenza del sovralto tra le due stazioni è uguale 112 cm (ore 22:30, giorno 1 marzo). Si può quindi sottolineare che, come avviene per i livelli di marea in condizioni di vento di Bora, anche l'entità dei sovralti aumenta lungo la direttrice NE-SO in cui è orientata la laguna.

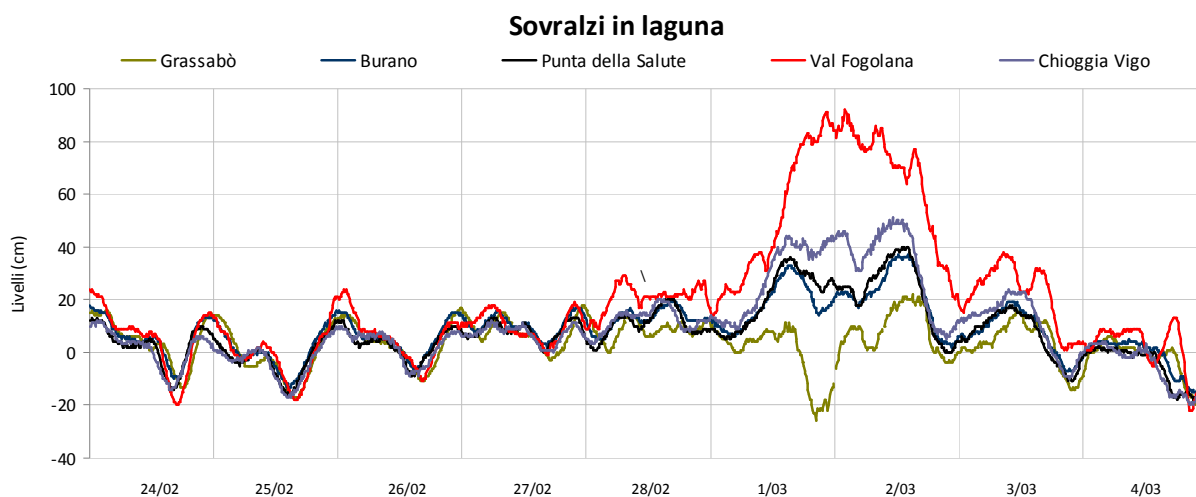


Figura 4

Nel nord Adriatico, l'andamento delle maree è molto simile a quello mostrato dalla Laguna di Venezia. Nei giorni 24 e 25 febbraio l'andamento delle maree nelle tre stazioni qui analizzate è molto simile, con valori leggermente inferiori rilevati nella stazione di Grado (figura 5). Un vento proveniente dal primo quadrante (di intensità pari a 12,1 m/s) provoca una differenziazione significativa nelle prime ore del 26 febbraio. La stazione di Porto Caleri si trova in posizione di sottovento e presenta un livello idrico maggiore rispetto a Grado (in sopravvento), che subisce lo svuotamento del proprio bacino lagunare. Cessato l'effetto del vento, il regime mareale si regolarizza nuovamente. Dal giorno 28 febbraio un vento di Bora altera decisamente il regime delle maree nell'alto Adriatico: alla massima intensità del vento corrisponde un insaccamento nella stazione di Porto Caleri, tanto che si raggiunge un picco di +123 cm, alle ore 21:40 del giorno 1 marzo. La stazione di Grado, posta in sopravvento, subisce invece una nuova e più marcata azione di svuotamento, tanto che il livello idrico raggiunge anche valori negativi.

Si deve notare che, con la cessazione del vento di Bora, i colmi di marea delle tre stazioni qui considerate si assestano su valori simili mentre, per quanto riguarda i cavi di marea, la stazione di Grado presenta valori inferiori rispetto a quelli rilevati a Porto Caleri e a Piattaforma CNR; inoltre essi sono diminuiti ulteriormente rispetto ai valori minimi misurati durante l'azione del vento di Bora (figura 5).

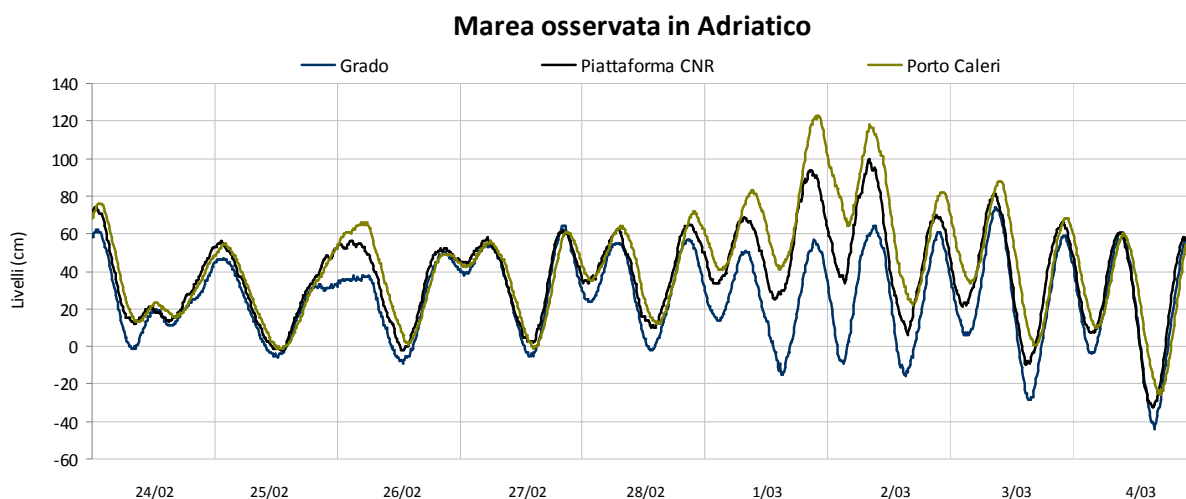


Figura 5

Per quanto riguarda l'analisi dei sovralti, anche nell'alto Adriatico si osserva un andamento periodico, causato probabilmente dalla presenza di una sessa. Si nota che con il vento del 26 febbraio aumentano i sovralti calcolati nelle stazioni di Piattaforma CNR e Porto Caleri, mentre diminuiscono a Grado a causa della sua posizione sopravento. Il giorno 27 febbraio i sovralti si stabilizzano fino al 28, giorno in cui si instaura il vento di Bora. Successivamente i sovralti si differenziano significativamente (figura 6): nella stazione di Porto Caleri si raggiunge il picco di +67 cm il giorno 2 febbraio alle ore 8:10, mentre a Grado si manifesta il giorno 2 febbraio alle ore 2:40 (+79 cm).

Con la cessazione del vento di Bora i sovralti registrati presso le tre stazioni si attenuano, attestandosi su valori molto simili ed arrivando a raggiungere simultaneamente valori negativi il giorno 4 febbraio.

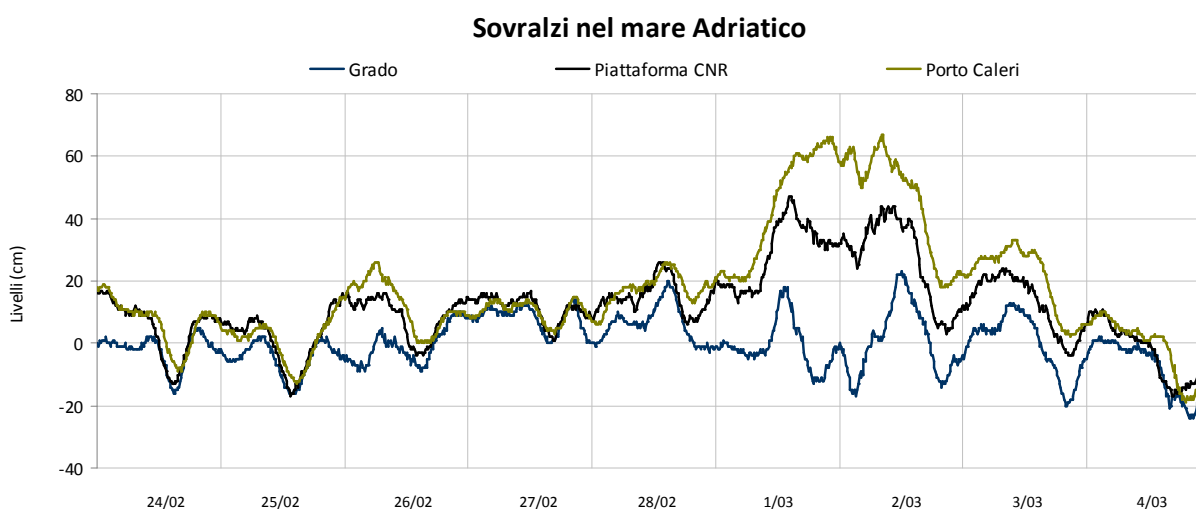


Figura 6

Si deve precisare che il vento di Bora altera in modo maggiore il regime idraulico lagunare, piuttosto che quello del nord Adriatico: a mare i sovralti calcolati sono inferiori rispetto a quelli delle stazioni interne alla laguna. Ciò è dovuto al fatto che la Laguna di Venezia è un bacino chiuso rispetto al mare Adriatico.

### Conclusioni

Il giorno 1 marzo 2011, a causa dell'azione di un forte vento di Bora, nel bacino lagunare veneziano è stata osservata una notevole alterazione del normale regime idraulico, consistente in differenze molto ampie dei livelli di marea tra le varie località interne alla laguna.

Il vento di Bora soffia lungo la direttrice NE-SO, coincidente con l'orientamento della Laguna di Venezia, e ciò crea lo spostamento della massa d'acqua presente nella laguna stessa dal bordo sopravvento a quello sottovento. È questo il fenomeno responsabile della differenziazione dei sovralti.