

QUALCHE CONSIDERAZIONE SU LIVELLI MARINI  
ECCEZIONALI MISURATI A PUNTA DELLA SALUTE  
- VENEZIA - E SULLE VARIAZIONI ALTIMETRICHE  
SUBITE DA QUEL MAREOGRAFO

GIOVANNI PADOAN

Presidente della Commissione di studio dei provvedimenti per la conservazione e difesa  
della laguna e della città di Venezia

LIVIO DORIGO

Direttore dell'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque

L' Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti con la pubblicazione dei «  
Rapporti preliminari, Vol. I », lavoro redatto dalla «Commissione di Studio  
dei provvedimenti per la conservazione e difesa della laguna e della città di  
Venezia », istituita dall' Istituto stesso, ha dato inizio ad una serie di studi,  
alcuni dei quali hanno stretta attinenza col tema «Influenze meteorologiche  
ed oceanografiche sulle variazioni del livello marino» proposto per il  
simposio che si sta svolgendo.

Più volte, in questa nostra breve memoria, ricorremo ai dati  
dell'accennata pubblicazione, ed in particolare, al fine di averne una  
immediata visione, riporteremo, aggiornata al 1961, la tabella dei livelli  
medi annui, calcolati per il bacino di S. Marco a Punta della Salute.

Si ricorda che le osservazioni a Punta della Salute hanno avuto inizio  
solo nel 1906 e che le osservazioni precedenti eseguite a S. Stefano sin dal  
1872, presso il Palazzo Loredan, sono state omogeneizzate con quelle della  
Salute.

TABELLA 1 - LIVELLI MEDI ANNUI A VENEZIA DAL 1872 AL 1961

Anno	Livello medio cm	Anno	Livello medio cm	Anno	Livello medio cm
1872	150.3	1902	153.5	1932	154.8
1873	148.5	1903	150.8	1933	158.3
1874	140.8	1904	152.1	1934	159.2
1875	141.0	1905	153.3	1935	160.0
1876	148.8	1906	153.1	1936	164.7
1877	150.5	1907	150.8	1937	167.6
1878	159.6	1908	147.5	1938	156.2
1879	154.5	1909	156.3	1939	162.8
1880	144.1	1910	161.4	1940	163.8
1881	148.5	1911	154.3	1941	165.9
1882	144.6	1912	151.3	1942	161.3
1883	145.7	1913	149.4	1943	156.5
1884	142.2	1914	158.1	1944	161.4
1885	150.0	1915	165.5	1945	161.3
1886	150.1	1916	163.9	1946	163.0
1887	147.4	1917	155.6	1947	165.6
1888	149.2	1918	154.1	1948	161.0
1889	149.6	1919	159.5	1949	154.1
1890	146.7	1920	157.0	1950	161.6
1891	147.8	1921	146.5	1951	171.7
1892	153.2	1922	153.3	1952	165.9
1893	149.0	1923	156.8	1953	162.4
1894	146.8	1924	153.6	1954	164.8
1895	157.2	1925	154.6	1955	169.1
1896	148.8	1926	157.3	1956	165.2
1897	152.2	1927	157.5	1957	164.1
1898	150.7	1928	155.7	1958	168.8
1899	147.3	1929	150.9	1959	165.7
1900	154.9	1930	158.4	1960	174.9
1901	153.1	1931	160.2	1961	171.2

Pertanto il periodo di osservazioni mareografiche continuative nel Bacino di S. Marco ha inizio nel 1872.

Consultando la già citata pubblicazione si possono ancora rilevare, in altri prospetti, i valori sia delle alte come delle basse maree eccezionali, verificatesi dal 1867 al 1961.

Si riscontra che nell'intervallo di tempo 1867-1961 le due più alte maree eccezionali, si sono verificate con valori quasi identici (1,33 il 15-I-1867), (1,51 il 12-XI-1951) ; altrettanto dicasi per le basse (- 1,25 il 18-I-1882), (- 1,21 il 14-II-1934), valori però che non esprimono la reale altezza di marea, in quanto ovviamente non tengono conto delle variazioni subite dal caposaldo di riferimento.

Mentre però, per gli eventi eccezionali più lontani si hanno a disposizione i soli valori dell'altezza di marea, per quelli più recenti, molto prossimi agli estremi assoluti, si è in possesso non solo dei relativi mareogrammi, ma anche dei dati riguardanti le condizioni meteorologiche del momento ed è possibile quindi mettere in evidenza l'influenza degli elementi meteorologici locali sul livello marino rilevato e fare un raffronto con la previsione astronomica per le due marce eccezionali del 14-II-1934 e del 12-XI- 1951.

## ELEMENTI METEOROLOGICI E LIVELLO MARINO

Tutti gli elementi meteorologici possono influenzare in maggiore o minore misura l'andamento della marea astronomica col predominanza di uno dei vari fattori e ciò in relazione alla posizione geografica, alla configurazione delle coste, alla forma del bacino e ad altre caratteristiche della zona di mare in cui vengono eseguite le osservazioni del livello marino.

Infine l'azione degli elementi meteorologici sul livello del mare, come è noto, può essere esterna ed interna alla massa d'acqua:

- si considera esterna l'azione di fattori fisici sulla superficie acqua, quali il vento, la pressione barometrica, la rotazione della terra;
- si considera interna l'azione che agisce entro la massa d'acqua, ad opera della temperatura, dell'apporto dei fiumi, dell'evaporazione della variazione di densità, delle correnti marine.

PUNTA della SALUTE - Andamenti di marea

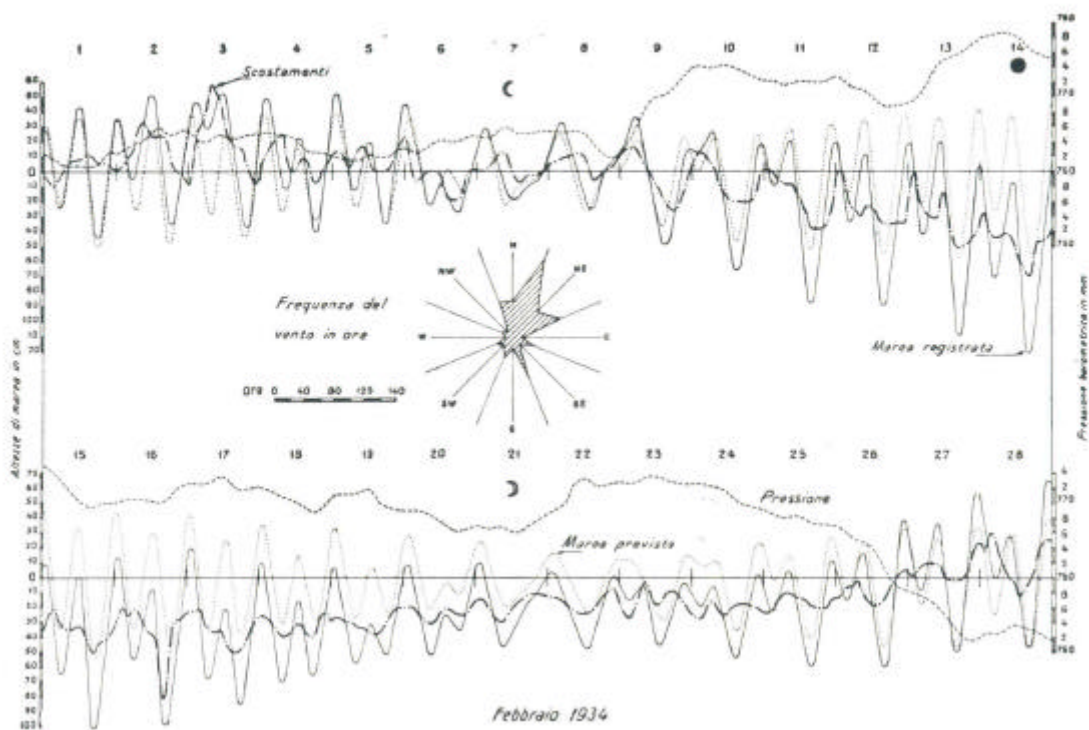


Fig. 1

Gli elementi di cui si dispone, al fine di uno studio del problema, sono purtroppo pochi, ma per la località in esame sono quelli, pressione e vento, che nei due casi presi in considerazione hanno una azione preponderante sulle variazioni del livello marino nel Golfo di Venezia.

MAREA ECCEZIONALMENTE BASSA DEL FEBBRAIO 1934

Nei giorni dal 9 al 24 febbraio 1934 il bacino dell'Alto Adriatico si è trovato in regime di alte pressioni che hanno raggiunto il massimo il giorno 14 con millibars 1038.2 (mm 778.7) a Venezia e millibars 1089.0 (mm 779.3) a Trieste e che si è mantenuto, a Venezia, nella media mensile di millibars 1022.1 (mm 766.6).

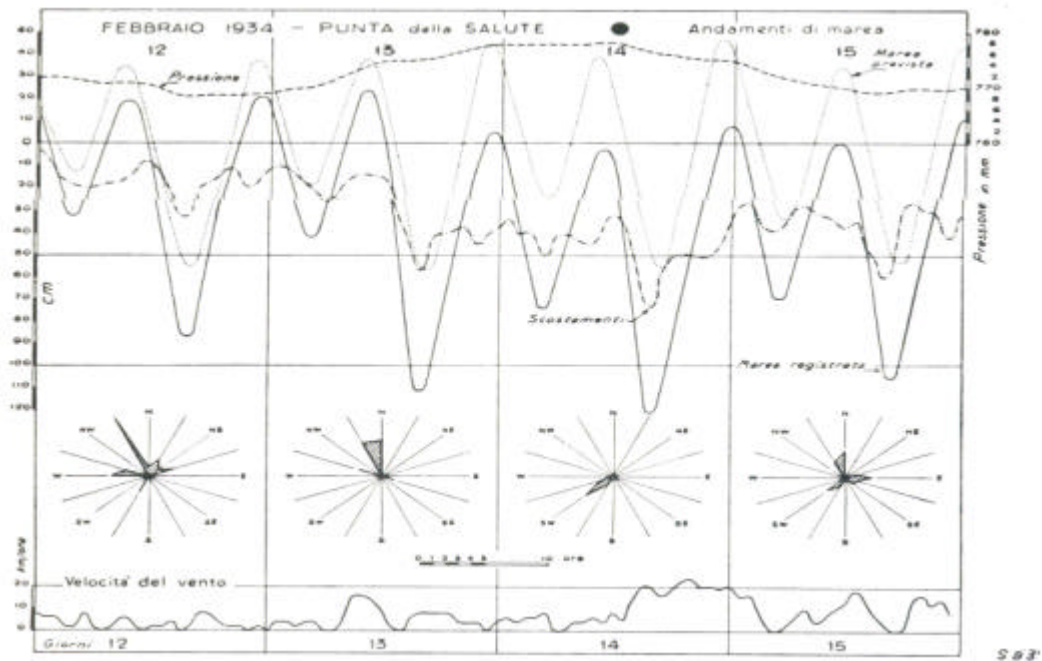


Fig. 2

La media della 2<sup>a</sup> decade dell'altezza barometrica risulta di millibar, 1029.0 (mm 771.8) ; nei giorni 13 e 14 risulta di millibar, 1034.6 (mm 776.9) .

I venti sono stati, in generale, deboli e provenienti con netta prevalenza dai settori settentrionali da NNW a ENE.

Rispetto alla previsione di marea (astronomica) gli scostamenti della marea effettiva diventano apprezzabili sino dal giorno 9 e raggiungono nei giorni 14-15 e 16 punte massime di m 0,625 il 14, di m 0.550 il 15 e di m 0.575 il giorno 16; in corrispondenza i livelli di marea hanno raggiunto i minimi di m -1.21 il 14, di m - 1.075 il 15 e m - 1.01 il 16.

Nei giorni seguenti gli scostamenti diminuiscono gradualmente di entità e si annullano praticamente con il ritorno della pressione ai valori normali (Figg. 1-2).

In sostanza, l'eccezionale bassa marea trova la sua ragione di essere nella fase sizigiale e nel regime anticiclonico persistente.

#### MAREA ECCEZIONALMENTE ALTA DEL NOVEMBRE 1971

Nel novembre 1951 l' Italia si è, generalmente trovata sotto un regime ciclonico, con punte di bassa pressione che hanno raggiunto a Venezia millibars 993.1 (mm 744.9) il 9, millibar, 990.3 (mm 742.8) il 12 e millibars 994.6 (mm 746.0) il giorno 22.

Da mettere in particolare rilievo l'andamento della pressione, nei giorni dall'8 al 12 durante i quali nell'Alto bacino Adriatico, per il passaggio di centri ciclonici, si sono avute notevoli cadute di pressione.

I diagrammi che seguono pongono in relazione gli andamenti delle pressioni e del vento nelle principali stazioni meteorologiche della parte italiana del bacino Adriatico.

È evidente l'influenza, sull'andamento locale della pressione, delle condizioni generali dovute al passaggio di centri di bassa pressione provenienti dal Tirreno.

Il vento nella parte settentrionale del bacino nei giorni dal 9 al 12 oscilla dai settori meridionali (giorni 9) a quelli nord orientali (10-11), per ritornare a quelli meridionali il 12.

Nella parte centrale e meridionale del bacino il vento ha soffiato esclusivamente (con solo qualche rara eccezione) dai quadranti meridionali oscillando da SW a SE.

PURTA della SALUTE - Andamenti di marea

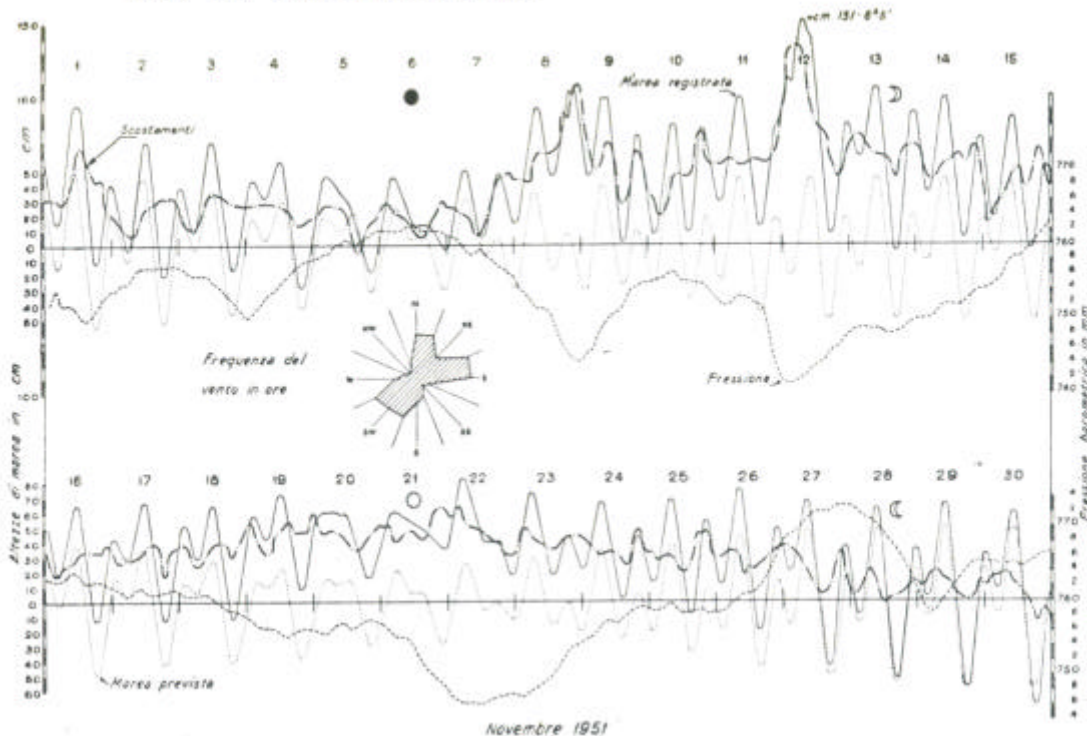


Fig. 3

Le velocità del vento, moderato nei giorni 9 e 10, rinforzano il giorno 11 ed assumono valori assai elevati nella notte fra il giorno 11 e il 12.

Rispetto alla marea astronomica vi è un notevole scostamento che si ripercuote in tutto il mese di novembre, raggiungendo i valori più elevati nei giorni dall'8 al 12.

Si hanno in questi giorni altezze di marea che arrivano a m 1.045 nelle ultime ore del giorno 8, a m 0.995 il giorno 9 e l' 11 e m 1.510 il giorno 12 (Figg. 3-4-5).

È evidente anche in questo caso, ma in altro senso, l'influenza preponderante esercitata sull'andamento di marea dallo stato barometrico e dalle condizioni del vento in tutto il bacino Adriatico.

Particolarmente se si raffronta la posizione dei centri di bassa pressione dei giorni 10-11-12 riportati nella Fig. 4, ove si è anche tracciato il percorso del nucleo ciclonico, con gli andamenti di marea degli stessi giorni a Punta della Salute, si può rilevare la stretta correlazione fra i due fenomeni.

Difatti, man mano che l'area di bassa pressione si avvicina all'Adriatico, le alte maree assumono valori sempre più cospicui sino a raggiungere il massimo quando l'area di bassa pressione risulta centrata sull'Alto Adriatico.

*Situazione isobarica del giorno 12-XI-1951 ore 7*

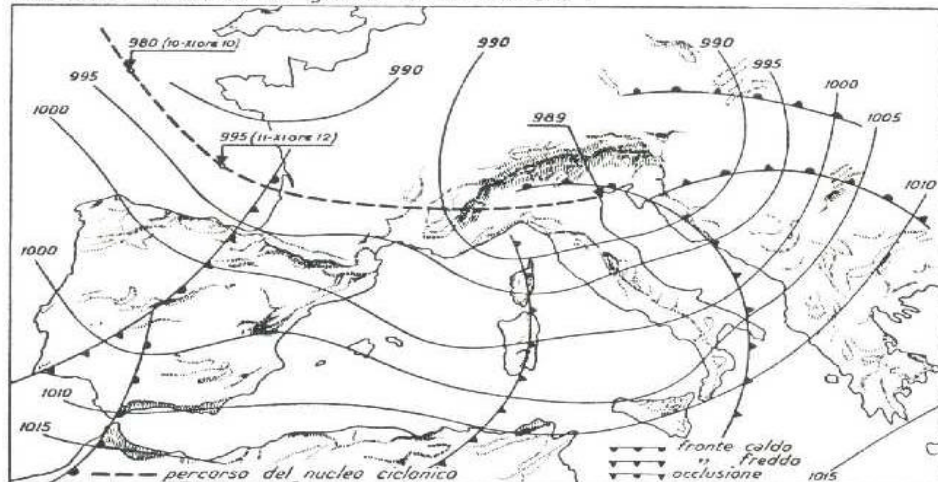


Fig. 4



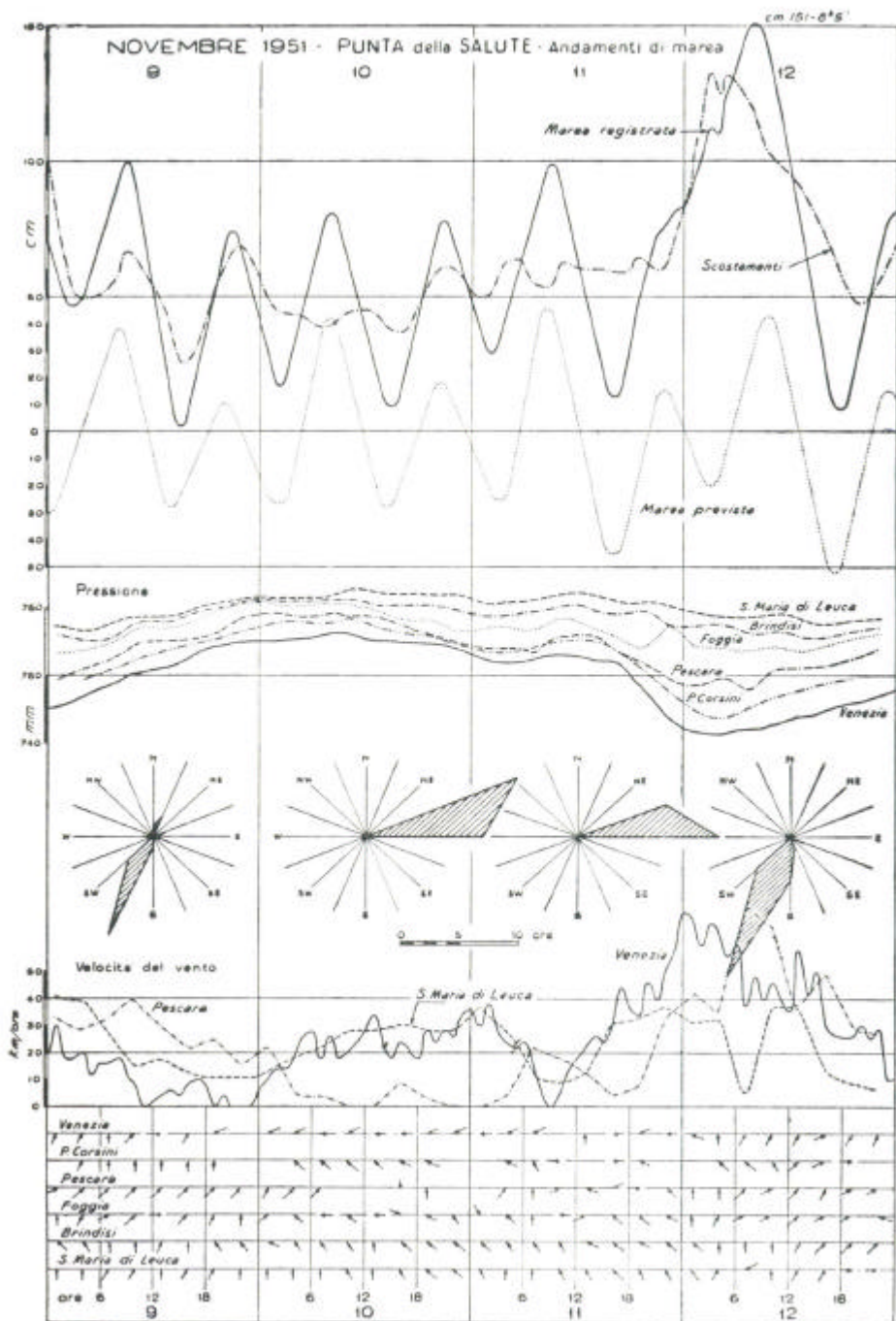


Fig. 5

L'esame dei diagrammi conduce a ritenere che uno studio sulle possibilità di previsione delle acque alte in Venezia non possa prescindere dalle condizioni meteorologiche preesistenti in tutto il bacino Adriatico, compresa quindi anche la parte ricadente nel territorio di altri Stati, per la quale sarebbe opportuno di promuovere accordi per l'invio dei dati.

L'indagine non di meno riveste carattere preliminare, con lo scopo essenziale di additare la via da seguire per un adeguato approfondimento del problema inerente alle previsioni suddette.

Con quanto esposto dovrebbero considerarsi sufficientemente raggiunto lo scopo di dimostrare l'influenza particolare, per i casi esaminati, degli elementi meteorologici vento e pressione sul livello marino.

Non si ritiene di esorbitare dai limiti del tema accennando alle variazioni di quota cui vanno soggetti i capisaldi di riferimento delle letture mareometriche, dato che, in ultima analisi, dette variazioni hanno diversa influenza sull'esattezza delle misure in parola.

La quota del caposaldo di Punta della Salute (bronzino situato su una pietra presso lo stipite sinistro della porta di ingresso dell'ex Corpo di Guardia della Finanza), rilevato dall'Istituto Geografico Militare e riferito al livello medio mare del 1897, anno centrale del periodo di osservazioni mareografiche 1884-1909, risultava di m 1.4902. Non si è potuto assodare in quale data venne effettuato il rilevamento: solo da informazioni assunte è lecito presumere che tale data si possa ubicare intorno al 1910.

Interessava conoscere se detta quota aveva subito nel tempo eventuali modifiche e pertanto si rendeva necessario collegarsi mediante apposita livellazione a punti del retroterra che si potessero ritenere praticamente stabili.

Si è proceduto pertanto ad un esame accurato delle diverse linee di livellazione, sia della vecchia sia della nuova rete altimetrica nazionale, convergenti su Mestre.

Si è visto che per la linea n. 35 Mestre-Polpet le variazioni altimetriche dei capisaldi posti nelle vicinanze di Conegliano sono contenute in limiti talmente ristretti, da poter rientrare nelle tolleranze ammesse in simili rilievi e pertanto detta linea è stata scelta come prima ricerca, al fine di determinare la nuova quota del caposaldo di Punta della Salute.

TABELLA II - VARIAZIONI ALTIMETRICHE DEL CAPOSALDO  
(bronzino) SITUATO ALLA PUNTA DELLA SALUTE SU UNA PIETRA  
PRESSO LO STIPITE DELLA PORTA D'INGRESSO DEL CORPO DI  
GUARDIA DELLA FINANZA.

Anno	Quota riferita al l.m.m. 1897		Abbassamento caposaldo			
	m	$\Delta$	Periodo	$\Delta$	Anni	Media annua m
1897	1.5060 ( <sup>1</sup> )		1897 - 1961	0.1202	64	0.00188
1910	1.4902	0.0158	1897 - 1956	0.1100	59	0.00186
1956	1.3960	0.0942	1910 - 1956	0.0942	46	0.00205
1961	1.3858	0.0102	1910 - 1961	0.1044	51	0.00205

Assunto come origine della nuova linea di livellazione il caposaldo 48' (Ponte sul T. Crevada) si è collegato ad esso il caposaldo di riferimento del mareografo di Punta della Salute, ottenendo la nuova quota di m 1.3858.

L'abbassamento quindi del caposaldo in esame risulterebbe di m 1.4902 - 1.3858 = m 0.1044 e si sarebbe verificato in un periodo di 51 anni (dal 1910 al 1961).

Supposto che l'abbassamento di m. 0.1044 abbia seguito una legge lineare e riportata la quota rilevata nel 1910 all'anno 1897 e quella rilevata nel 1961 all'anno 1956, anno centrale del medio mare ricavato per il periodo 1951-1961, si ottiene il valore di abbassamento relativo al periodo di anni 59 e cioè dal 1897 al 1956, valore che risulta di m 0.1100 pari ad una media annua di m 0.00186 (vedi tab. II).

L'altezza del mediomare per il periodo 1951-1961, assegnata all'anno centrale 1956, è di m 1.6761, con un aumento quindi m 0.1761 rispetto alla media originaria di m 1.50.

Poichè nel 1897 la quota del caposaldo risultava di 1.5060, superiore quindi di m 0.0060 al valore medio assoluto, l'aumento relativo del livello

<sup>1</sup> Livello medio calcolato coi valori della Tab. I.

medio del mare dal 1897 al 1956 viene ad essere di  $m\ 0.1761 - 0.0060 = m\ 0.1701$ .

Nello stesso periodo l'abbassamento del caposaldo (vedi tab. II) è stato di  $m\ 0.1100$ , di modo che l'aumento assoluto del livello medio marino, sempre nel periodo di 59 anni, dal 1897 al 1956, viene a ridursi a  $0.1701 - 0.1100 = m\ 0.0601$ , pari ad unii media annua di  $m\ 0.00102$ .

In via preliminare sulla base della presente prima ricerca, estesa ad un sessantennio circa di osservazioni, si può quindi assumere in  $mm\ 1,0$  l'innalzamento annuo medio del livello medio marino nel bacino di S. Marco ed in  $mm\ 1,9$  (vedi tab. II) l'abbassamento medio annuo del caposaldo mareometrico.